

Morfološka obilježja i uspijevanje nekih dvoigličavih međuvrskih híbrida borova na pokusnim plohama Đurđevački peski i u Arboretumu Lisičine

Idžojtić, Marilena

Source / Izvornik: **Glasnik za šumske pokuse: Annales Experimentis Silvarum Culturae Provehendis, 1996, 33, 301 - 338**

Journal article, Published version

Rad u časopisu, Objavljena verzija rada (izdavačev PDF)

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:108:090809>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-27**



Repository / Repozitorij:

[University of Zagreb Faculty of Forestry and Wood Technology](#)



MARILENA IDŽOJTIĆ

MORFOLOŠKA OBILJEŽJA I USPIJEVANJE NEKIH DVOIGLIČAVIH MEĐUVRSNIH HIBRIDA BOROVA NA POKUSNIM PLOHAMA ĐURĐEVAČKI PESKI I U ARBORETUMU LISIĆINE

MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS AND GROWING OF SOME TWO-NEEDLE INTERSPECIFIC PINE HYBRIDS ON PLOTS OF ĐURĐEVAČKI PESKI AND IN THE ARBORETUM LISIĆINE

Prispjelo: 18. 7. 1996.

Prihvaćeno: 2. 9. 1996.

Analizirana su tri morfološka obilježja iglica *Pinus nigra* Arn., *P. sylvestris* L., *P. densiflora* Sieb. et Zucc., njihovih F₁ hibrida i F₂ hibrida: 1. dulj ina iglica; 2. broj zubaca uz rub iglica i 3. broj pruga puči na gornjoj strani iglica. Diskriminantnom je analizom pokazana mogućnost razlikovanja vrsta i njihovih hibrida te mogućnost naknadne klasifikacije novih uzoraka na osnovi triju istraživanih obilježja iglica.

Na tri pokusne plohe u Hrvatskoj analizirano je preživljavanje, oštećenost od borova savijača (*Evetria buoliana* Schiff.) i rast različitih hibridnih kombinacija četiriju vrsta borova: *P. nigra*, *P. sylvestris*, *P. densiflora* i *P. thunbergiana* Franco, te kontrolnih biljaka.

Ključne riječi: *Pinus nigra* Arn., *P. sylvestris* L., *P. densiflora* Sieb. et Zucc., *P. thunbergiana* Franco, međuvrski hibridi, morfologija iglica, diskriminantna analiza, preživljavanje biljaka, *Evetria buoliana* Schiff., rast biljaka

UVOD – INTRODUCTION

Kao rezultat dugogodišnjeg rada na međuvrskoj hibridizaciji dvoigličavih borova na Katedri za šumarsku genetiku i dendrologiju Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu podignuto je četrnaest pokusnih ploha s različitim hibridnim familijama borova na Đurđevačkim peskima i u Arboretumu Lisićine. U ovom su radu analizirana neka morfološka obilježja iglica triju vrsta borova i njihovih međuvrskih hibrida, te je analizirano uspijevanje različitih hibridnih kombinacija četiriju vrsta borova i kontrolnih biljaka na tri pokusne plohe.

Upotrijebljene kratice imaju ovo značenje: de = *Pinus densiflora* Sieb. et Zucc., ni = *P. nigra* Arn., sy = *P. sylvestris* L., th = *P. thunbergiana* Franco, deni = *P. densiflora* x *P. nigra*, desy = *P. densiflora* x *P. sylvestris*, nide = *P. nigra* x *P. densiflora*, nisy = *P. nigra* x *P. sylvestris* = *P. x nigrosylvis* Vid., F₂ nisy = F₂ hibridi *P. x nigrosylvis* x *P. x nigrosylvis*, sydeni = *P. sylvestris* x (*P. densiflora* x *P. nigra*), x nep. = slobodno oprašen, samoopl. = samooplodnja, ĐĐC1 – ĐĐC5 = pokusne plohe 1 – 5 na Đurđevačkim peskima, LIS1 = pokusna ploha 1 u Arboretumu Lisičine, S = oznaka za familiju.

Kontrolirana je hibridizacija između crnoga i običnog bora rađena u više institucija. Pozitivne rezultate oprašivanja crnog bora s peludom običnog bora dobili su Johnson & Heimburger (1946), Wettstein (1951), Schütt & Hattemer (1959). O neuspješnom križanju tih vrsta izvijestili su Duffield (1952), te Wright & Gabriel (1958). Vidaković (1963) izvještava o dobivanju hibridnih biljaka upotrebom zračenog peluda, ali poslije nije bilo moguće potvrditi hibridni karakter tih biljaka. Ponavljanjem eksperimenta s drugim roditeljskim parovima dobiveno je 1968. godine šest hibridnih biljaka, i to četiri iz zračenoga i dvije iz nezračenog peluda. Sve su hibridne biljke dobivene križanjem istoga roditeljskog para (ni 221 x sy 77), te je pretpostavljeno da se radi o specifičnoj kombinacijskoj sposobnosti roditelja (Vidaković & Borzan 1973). Ti su hibridi analizirani u više radova pod imenom *P. x nigrosylvis* Vid. (Vidaković 1977, Petričević i dr. 1977, Borzan 1987, 1988).

Broj puči po jedinici duljine na unutrašnjoj strani iglica, broj zubaca po jedinici dužine u gornjoj trećini iglica, veličinu i izgled jednogodišnjih češerića, te duljinu i širinu sjemenki F₁ hibrida u usporedbi s crnim i običnim borom analizirao je Vidaković (1977). Na osmogodišnjim biljkama analizirane su adultne iglice. Obični je bor imao najveći, crni bor najmanji broj puči, a hibridi su bili intermedijarni. Razlike su između roditeljskih vrsta i hibrida bile signifikantne. Broj je zubaca na rubu iglica po jedinici duljine bio najveći kod običnoga, a najmanji kod crnog bora. Hibridi su imali nešto manji broj zubaca nego obični bor. Sve su razlike bile signifikantne. Hibridi su bili intermedijarni u odnosu na roditeljske vrste i prema jednogodišnjim češerićima i prema veličini sjemenki.

O morfologiji F₂ hibrida, *P. x nigrosylvis*, koji su zasađeni 1987. godine na pokusnoj plohi na Đurđevačkim peskima, dosada nema objavljenih radova.

Hibrid *P. nigra* x *P. densiflora* prvi je put proizveo Blakeslee 1914. godine (Johnson 1939). Poslije su taj hibrid proizveli i opisali Wright & Gabriel (1958), Wright (1962), Wright i dr. (1970), Vidaković (1963, 1966), Vidaković i dr. (1973). F₁ hibridi između crnoga i japanskoga crvenog bora često cvatu već u drugoj ili trećoj godini, a intermedijarni su u odnosu na roditelje po duljini i širini iglica, rasporedu puči i položaju smolenica u iglici, te po obliku i boji pupova. U drugim istraživanjima anatomskim odlikama (visina poprečnog presjeka iglice, broj hipodermalnih slojeva i broj slojeva sklerenhimskih stanica iznad floema) hibridi su bliži jednomu od roditelja (Vidaković 1966). U mladosti rastu brže od crnoga, a sporije od japanskoga crvenog bora (Vidaković 1974). Dobro podnose presađivanje i otporni su na gljivu *Scirrhia acicola*, syn. *Dothistroma*

ma pini (V i d a k o v i ć i dr. 1973). Ako rastu jedna pored druge, te se dvije vrste često i spontano križaju (W r i g h t i dr. 1970).

Hibridi *P. densiflora* x *P. nigra* u mladosti rastu sporije nego recipročni hibridi, a i nešto ih je teže proizvesti (V i d a k o v i ć 1974).

Tri su hibridne biljke *P. densiflora* x *P. sylvestris* proizvedene na Katedri za šumarску genetiku i dendrologiju Šumarskog fakulteta u Zagrebu. Te su biljke cvale već u trećoj godini, a tako ranu cvatnju navode i H e i m b u r g e r & Fowler (1969). V i d a k o v i ć i dr. (1978) za hibridne su sedmogodišnje biljke desy utvrdili intermedijarnost u odnosu na roditelje u građi štitića plodnih ljsaka, kutu insercije i duljini stapke jednogodišnjih češerića i duljini rukavca iglica. Jednogodišnji su izbojci kod hibrida bili zelenosive boje kao kod običnog bora, a boja rukavca iglica bila je tamnosiva kao kod japanskoga crvenog bora. Igllice su hibrida po srednjoj vrijednosti bile kraće od iglica roditeljskih vrsta, a bliže običnomu nego japanskomu crvenom boru. Intermedijarnost je kod anatomske građe iglica izražena jedino u međusobnom položaju žila u periciklu, a u drugim se izučavanim obilježjima F₁ hibridi ne razlikuju od roditeljskih vrsta.

U ovom su radu analizirana tri morfološka obilježja iglica *P. nigra*, *P. sylvestris*, *P. densiflora* i njihovih F₁ i F₂ hibrida i pokazana je mogućnost morfološke identifikacije uz pomoć diskriminantne analize. Diskriminantnu su funkciju neovisno razvili Fisher 1936. godine, čiji je primarni interes bio u klasifikaciji, zatim Mahalanobis 1930. godine studijem odnosa između indijskih kasta i plemena, te Hotelling 1931. godine, koji je razvio t-test s više varijabla (R a o 1952). Teorija je diskriminantne analize vrlo kompleksna i opširna (R a o 1952, T o m a s s o n e 1963, S n e d e c o r & C o c h r a n 1971, F a l k e n h a g e n & N a s h 1978, M a r d i a i dr. 1982) i u ovom se radu ne ulazi u njezino tumačenje.

Diskriminantna je analiza statistička analiza koja uključuje više varijabla i koja ima vrlo široku primjenu. Može se upotrebljavati za pronalaženje varijabla pomoću kojih se najbolje razlikuju unaprijed definirane grupe i za razvrstavanje novih uzoraka u određene grupe.

Prva je primjena diskriminantne funkcije kod šumskog drveća razdvajanje dviju formi običnog bagrema (H o p p 1941). Poslije su diskriminantnu analizu u svojim istraživanjima primjenjivali C l i f f o r d & B i n e t (1954), M e r g e n & F u r n i v a l (1960), M e r g e n i dr. (1966), W e l l s i dr. (1977), S n y d e r & H a m a k e r (1978), C a l m a s i i dr. (1988), S o l o m o n & K e n l a n (1982) i drugi autori.

Četiri projekta u okviru kojih se radilo na proizvodnji F₁ hibrida, F₂ hibrida, povratnih hibrida, različitih hibridnih familija i trispecies hibrida pretežno je financirala Vlada SAD-a (od 1967. do 1991. godine). Proizvodnja i vrednovanje tih biljaka je dugotrajan proces jer zahtijeva kontroliranu hibridizaciju na stablima, dvo-godišnji razvoj češera, sjetvu sjemena i uzgoj biljaka u rasadniku, podizanje pokusnih ploha, izmjere i analizu uspijevanja biljaka.

Peti projekt, pod naslovom *Oplemenjivanje četinjača*, financira JP "Hrvatske šume". Za ovaj se rad istraživalo u okviru toga projekta.

Osim u izvještajima projekata rezultati istraživanja i rada na kontroliranoj hibridizaciji borova objavljeni su u brojnim radovima, u kojima se nastojalo s različitih aspekata osvijetliti problem inkompatibilnosti između crnoga i običnog bora:

Đurbabić i dr. (1977), Petričević i dr. (1977), Vidaković (1963, 1977a, b, c, 1983, 1986), Vidaković & Bevilacqua (1970, 1971), Vidaković & Borzan (1973), Vidaković i dr. (1973, 1975), Borzan (1977a, b, 1984, 1987, 1988), Borzan & Papeš (1978). Proizvodnju hibrida između crnoga i običnog bora, proizvodnju njihovih povratnih križanaca, F₂ hibrida, te kontrolnih biljaka dobivenih polukontroliranom i kontroliranom hibridizacijom detaljno su opisali Vidaković (1966, 1971), Vidaković i dr. (1967). O uspijevanju biljaka na nekim od pokusnih ploha izvijestili su Vidaković i dr. (1986a, b) na XIX. kongresu IUFRO-a u Montrealu 1990. godine (Vidaković & Borzan 1991) i na XX. kongresu IUFRO-a u Tampereu 1995. godine (Borzan i dr. 1995).

MATERIJAL I METODE – MATERIAL AND METHODS

MORFOLOŠKA OBILJEŽJA IGLICA – MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF NEEDLES

Analizirane su iglice crnog bora, *Pinus nigra* (ni), običnog bora, *P. sylvestris* (sy), japanskoga crvenog bora, *P. densiflora* (de), F₁ hibrida *P. nigra* x *P. sylvestris* = *P. x nigrosylvis* (nisy), *P. nigra* x *P. densiflora* (nide), *P. densiflora* x *P. nigra* (deni), *P. densiflora* x *P. sylvestris* (deni) i F₂ hibrida *P. x nigrosylvis* x *P. x nigrosylvis* (F₂ nisy).

Stabla s kojih su uzimani uzorci za analizu nalaze se na pokusnim plohama na Đurđevačkim peskima (pet ploha: ĐĐC1 – ĐĐC5), u Arboretumu Lisičine (jedna ploha: LIS1) i na Šumarskom fakultetu (matična stabla). Uzorci su uzimani tijekom veljače 1995. godine s matičnih stabala, te sa po tri stabla od svake familije (tablica 1). Sa svakoga je stabla ubrano po pet jednogodišnjih, potpuno razvijenih izbojaka. Sa svakoga su izbojka slučajno odabrana po tri para iglica.

Tablica 1. Broj stabala s kojih su uzeti uzorci za morfološku analizu iglica i broj analiziranih iglica, po grupama

Table 1. Number of trees from which samples were taken for the morphological analysis of needles and the number of analyzed needles, per groups

Grupa Group	Broj stabala Number of Trees	Broj analiziranih iglica Number of Analysed Needles
sy	19	285
ni	24	360
de	29	435
nisy	25	375
F ₂ nisy	29	435
nide	25	374
deni	6	90
desy	1	15

Analizirana su tri morfološka obilježja iglica: 1. L = duljina iglica (u cm, s točnošću na 1 mm); 2. Nz = broj zubaca duž jednog ruba iglice na duljini 2 cm, mjerenoj od vrha iglice; 3. Np = broj pruga puči s vanjske, konveksne strane iglice na udaljenosti 1 cm od vrha iglice. Zupci i pruge puči su brojeni pod binokularnom lupom, s povećanjem 62,5 puta. Od svakog para iglica na jednoj iglici su brojeni zupci, a na drugoj pruge puči.

Rađene su tri odvojene analize, tj. uspoređivana su obilježja ovih vrsta, odnosno hibridnih familija: 1. analiza: *P. sylvestris* (sy), *P. nigra* (ni), F₁ hibridi (nisy), F₂ hibridi (F₂ nisy); 2. analiza: *P. nigra* (ni), *P. densiflora* (de), F₁ hibridi (nide i deni); 3. analiza: *P. densiflora* (de), *P. sylvestris* (sy), F₁ hibridi (desy).

Diskriminantna je analiza u ovom radu primijenjena da bi se ustanovilo koje se od grupa (vrsta, odnosno hibridnih familija borova) najbolje razlikuju na osnovi triju mjerenih obilježja iglica. Pokazana je i mogućnost razvrstavanja novih uzoraka u zadane grupe. Kao rezultat diskriminantne analize dobivene su diskriminantne i klasifikacijske funkcije. To je primjer upotrebe ove analize, a za ustanovljavanje karakteristika za bolje razlikovanje pojedinih grupa bilo bi potrebno zajedno istražiti anatomske, morfološke i fenološke karakteristike tih grupa.

Ako se aritmetičke sredine varijable signifikantno razlikuju među različitim grupama, osnovna je postavka da se tada ta varijabla može rabiti za razlikovanje (diskriminaciju) tih grupa, odnosno za procjenu pripadnosti novog uzorka jednoj od tih grupa (klasifikaciju).

Statistička je obrada podataka rađena na računalu, a rabljeni su programski paketi *Microsoft Excel 5.0* i *Statistica*.

USPIJEVANJE HIBRIDA BOROVA NA POKUSNIM PLOHAMA U HRVATSKOJ – GROWING OF PINE HYBRIDS ON PLOTS IN CROATIA

Od četrnaest zasadenih ploha s proizvedenim biljkama u ovom su radu prikazani rezultati izmjera i zapažanja na trima pokusnim plohama. To su plohe na kojima se nalazi većina hibridnih familija, od kojih su uzimani uzorci za morfološku analizu iglica. Na prvoj su plohi najviše zastupljeni F₁ hibridi nide, na drugoj F₁ hibridi nisy, a na trećoj F₂ hibridi nisy.

Prva je pokusna ploha (ĐĐC2) podignuta 1976. godine na području Đurđevački peski. Ploha je površine 0,78 ha, s razmacima sadnje 2 m x 2 m. Dob biljaka pri sadnji je iznosila 1 + 3 i 1 + 2 godine. Pokus je postavljen s nejednakim brojem repeticija (od dvije do osam), a broj je sadnica u repeticiji bio deset ili dvadeset. U tablici 14 su prikazane familije zastupljene na plohi 1, svrstane prema kombinaciji križanja. Na plohi su mjereni prsni promjeri u studenome 1994. godine.

Druga je pokusna ploha (LIS1) podignuta 1984. godine u Arboretumu Lisičine. Površina je plohe 0,55 ha. Dopunjavana je od 1985. do 1987. godine. Biljke zasađene na plohi su proizvedene iz sjemena i iz reznica, a pretežno su F₁ hibridi nisy. Biljke su sađene u trokut, sa stranicom trokuta od 6 m. U tablicama 17a i 17b

su prema godini sjetve, odnosno zakorjenjivanja biljaka navedene kombinacije križanja zastupljene na plohi 2. Prsni su promjeri mjereni u veljači 1995. godine.

Treća je pokusna ploha (ĐĐC1) podignuta 1987. godine na Đurđevačkim pekima radi proizvedenih F₂ hibrida nisy x nisy, a na njoj su zasađene i neke druge hibridne familije radi njihova očuvanja i usporedbe s drugim familijama. Površina je plohe 0,25 ha, a razmaci su sadnje 2 m x 2 m. Dob je biljaka pri sadnji bila 1 + 3 godine. Biljke iz familija S 2122, S 2123 i S 2124 godinu su dana mlade od ostalih, a u tablicama i na slikama su obilježene zvjezdicom (*). Pokus je planiran kao randomizirani blok-sustav, s nejednakim brojem ponavljanja, a u svakom se ponavljanju nalaze četiri biljke. U tablici 18 su prikazane familije zasađene na plohi 3, svrstane prema kombinaciji križanja. U studenome 1994. godine mjerene su visine i promjeri u vratu korijena.

Osim izmjere promjera i visina na plohama su bilježena i oštećenja pojedinih stabala, uzrokovana napadom borova savijača (*Evetria buoliana* Schiff.).

Izmjere su statistički obrađene na računalu programskim paketom *Microsoft Excel 5.0*.

REZULTATI – RESULTS

MORFOLOŠKA OBILJEŽJA IGLICA – MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF NEEDLES

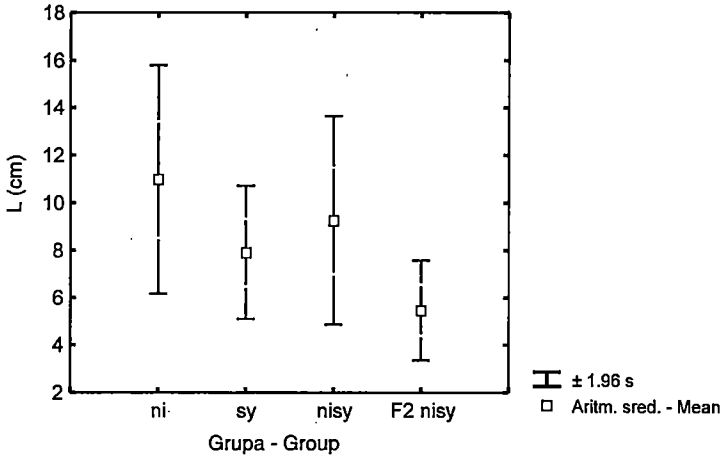
Budući da je usporedba morfoloških obilježja iglica rađena posebno za tri prethodno navedene analize, i rezultati su prikazani odvojeno za te tri analize.

PRVA ANALIZA FIRST ANALYSIS

Crni bor (ni), obični bor (sy), F₁ hibridi ni x sy (nisy) i F₂ hibridi nisy x nisy (F₂ nisy) grupe su među kojima je tražena razlika na osnovi triju obilježja: L = duljina iglica, Nz = broj zubaca i Np = broj pruga puči.

Prosječno najduže iglice ima crni bor (11,0 cm), a najkraće F₂ hibridi nisy x nisy (5,5 cm). Duljina iglica je kod F₁ hibrida nisy intermedijarna odlika u odnosu na roditeljske vrste, a u njih je i najveći koeficijent varijabilnosti (24,3 %). Apsolutno je najduža izmjerena iglica 17,9 cm (crni bor), a najkraća samo 3 cm (F₂ hibrid). Na slici 1 je za duljine iglica po grupama prikazan interval u kojemu se nalazi 95 % podataka ($\bar{x} \pm 1,96 s$).

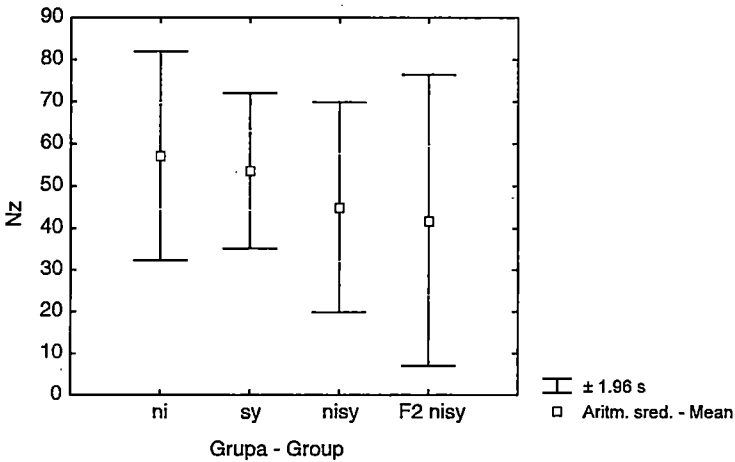
Prosječno najveći broj zubaca ima crni bor (57), a samo nešto manje obični bor (54). F₁ hibridi nisy imaju manji prosječni broj zubaca (45) od roditeljskih vrsta, a F₂ hibridi još manji broj zubaca (42) i vrlo veliki koeficijent varijabilnosti (42,5 %). Potrebno je napomenuti da na pojedinim iglicama F₂ hibrida uopće nije bilo nazu-



Slika 1. Aritmetičke sredine duljina iglica $\pm 1,96 s$, po grupama
Figure 1. Means of needle lengths $\pm 1.96 s$, per groups

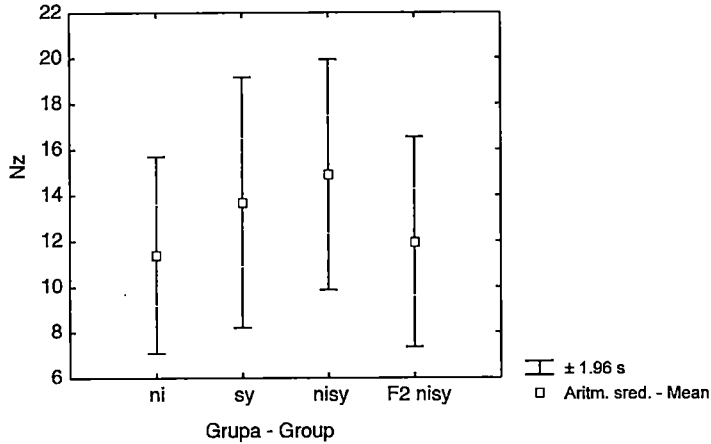
bljenja ruba iglice u mjerenom dijelu, tj. na duljini 2 cm od vrha iglice. Na slici 2 je za broj zubaca po grupama prikazan interval u kojemu se nalazi 95 % podataka ($\bar{x} \pm 1,96 s$).

Prosječni broj pruga puči je najveći kod F_1 hibrida nisy (15), samo je nešto manji kod običnog bora (14), još manji kod F_2 hibrida (12), a najmanji kod crnog bora (11). Koeficijenti varijabilnosti su u sve četiri grupe oko 20 %. Za tu je, kao i za



Slika 2. Aritmetičke sredine broja zubaca $\pm 1,96 s$, po grupama
Figure 2. Means of the number of serrations $\pm 1.96 s$, per groups

prethodna obilježja, ukupno izmjereno 1455 iglica. Na slici 3 je za broj pruga puči po grupama prikazan interval u kojemu se nalazi 95 % podataka ($\bar{x} \pm 1,96 s$).



Slika 3. Aritmetičke sredine broja pruga puči $\pm 1,96 s$, po grupama
Figure 3. Means of the number of stomatal rows $\pm 1.96 s$, per groups

F-testom su utvrđene signifikantne razlike među varijancama pojedinih grupa, a za ostale je grupe rađen t-test, te je utvrđena signifikantnost razlika među aritmetičkim sredinama svih grupa za sva tri obilježja (L, Nz i Np).

Rezultat diskriminantne analize su tri neovisne diskriminantne funkcije (broj funkcija = broj varijabli minus jedan ili broj grupa, ovisno koji je broj manji), od kojih svaka sljedeća manje pridonosi ukupnom razlikovanju grupa. Sve su tri funkcije statistički signifikantne (tablica 2), odnosno postoje tri odvojena tumačenja kako mjerenje duljine iglica (L), broja zubaca (Nz) i broja pruga puči (Np) omogućava razlikovanje četiriju grupa (ni, sy, nisy i F₂ nisy). Iz standardiziranih koeficijenata diskriminantnih funkcija za pojedine varijable (tablica 3) vidi se da je prva diskriminantna funkcija najviše određena varijablom L, zatim varijablom Nz, a najmanje varijablom Np. Druga je funkcija najviše određena varijablom Np, a manje ostalim

Tablica 2. χ^2 - test za tri diskriminantne funkcije, sa sukcesivnim isključivanjem funkcija
Table 2. χ^2 - test for three discriminant functions, with successive removal of functions

Diskriminantna funkcija Discriminant Function	χ^2	Stupnjevi slobode Degrees of Freedom	p (<)
1, 2, 3	1848,66	9	0,0000001
2, 3	497,28	4	0,0000001
3	82,32	1	0,0000001

Tablica 3. Standardizirani koeficijenti diskriminantnih funkcija za pojedine varijable
Table 3. Standardized coefficients of discriminant functions for particular variables

Varijable Variables	Funkcija 1 Function 1	Funkcija 2 Function 2	Funkcija 3 Function 3
L	-0,9642	0,0227	0,3164
Nz	-0,4332	-0,0686	-0,9213
Np	0,0492	0,9835	-0,2597
Kumulativna proporcija	0,7980	0,9697	1,0000

dvjema varijablama. Treća je funkcija najviše određena varijablom Nz, zatim varijablama L i Np. Zadnji red u tablici daje kumulativnu proporciju objašnjene varijance za svaku funkciju. Iz kumulativne proporcije vidi se da je najvažnija prva funkcija, jer ona uračunava gotovo 80 % objašnjene varijance, što znači da je 80 % razlikovanja objašnjeno ovom funkcijom. Dodavanjem druge funkcije, tj. dodatnih 17 %, uračunato je 97 % objašnjene varijance, a najmanji je doprinos treće funkcije (ostalih 3 %).

Koeficijenti diskriminantnih funkcija ne govore između kojih grupa diskriminira pojedina funkcija, već se to vidi iz sredina varijabla za funkcije (tablica 4). Prva diskriminantna funkcija najbolje razlikuje crni bor i F₂ hibride nisy, jer su sredine za te grupe najudaljenije. To se vidi i na slici 4, gdje su pojedinačne vrijednosti za prvu funkciju, po grupama, prikazane na osi x. Druga diskriminantna funkcija najbolje razlikuje grupu nisy od ostalih grupa zajedno. Razlike među sredinama su već jako male, a grafički je ta funkcija prikazana na osi y na slici 4. Treća funkcija najbolje razlikuje grupu sy od ostalih grupa, ali su razlike praktično zanemarive. Diskriminantne su funkcije međusobno potpuno neovisne, pa se one i na slici 4 trebaju promatrati kao dva neovisna prikaza (osi x i y) na jednom grafikonu.

Tablica 4. Sredine varijabli za tri diskriminantne funkcije, po grupama
Table 4. Means of variables for three discriminant functions, per groups

Varijable Variables	Funkcija 1 Function 1	Funkcija 2 Function 2	Funkcija 3 Function 3
ni	-0,6791	-0,6190	0,0508
sy	0,0564	0,2796	-0,4745
nisy	-0,3369	0,8268	0,2071
F ₂ nisy	1,6430	-0,3837	0,0903

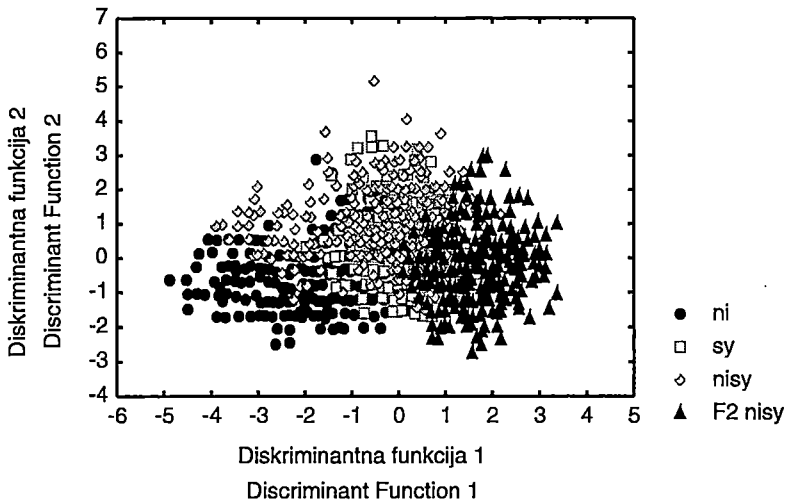
Ako se želi neki novi uzorak razvrstati, a znamo da pripada jednoj od četiriju grupa (ni, sy, nisy ili F₂ nisy) i ako se znaju njegove varijable L, Nz i Np, uvrstit će se vrijednosti tih varijabla u klasifikacijske funkcije:

$$ni = -41,9 + 3,2 L + 0,4 Nz + 1,9 Np$$

$$sy = -37,3 + 2,2 L + 0,4 Nz + 2,4 Np$$

$$nisy = -40,0 + 2,6 L + 0,4 Nz + 2,5 Np$$

$$F_2 \text{ nisy} = -24,3 + 1,5 L + 0,3 Nz + 2,1 Np$$



Slika 4. Grafički prikaz diskriminantnih funkcija 1 i 2
Figure 4. Graph of discriminant functions 1 and 2

Taj će se novi uzorak svrstati u grupu za koju se dobije najveći rezultat.

Da bi se procijenilo koliko je dobro predviđanje pripadnosti novog uzorka za pojedine grupe, izrađuje se klasifikacijska matrica, odnosno svi se mjereni podaci uvrste u klasifikacijske funkcije i prema njima svrstaju u grupe kojima najvjerojatnije pripadaju (tablica 5). Vidi se da je za crni bor točno uvršteno 73 % iglica, 14 % iglica je zamijenjeno s F₁ hibridima, 9 % s običnim borom i 4 % s F₂ hibridima. Za obični je bor klasifikacijskim funkcijama samo 32 % iglica točno uvršteno, a čak je 35 % iglica pogrešno svrstano kao F₁ hibridi, zatim 22 % kao F₂ hibridi i 11 % kao crni bor. Za F₁ hibride nisy samo je 53 % iglica ispravno svrstano. Pogrešno je kao crni bor svrstano 16 % iglica, kao F₂ hibridi 16 % i kao obični bor 15 %. Za F₂ hibride je točno svrstano 88 % iglica, 9 % iglica je zamijenjeno s običnim borom, 3 % s F₁ hibridima, a ni jedna iglica nije pogrešno razvrstana kao crni bor.

Tablica 5. Klasifikacijska matrica, u %
Table 5. Classification matrix, in %

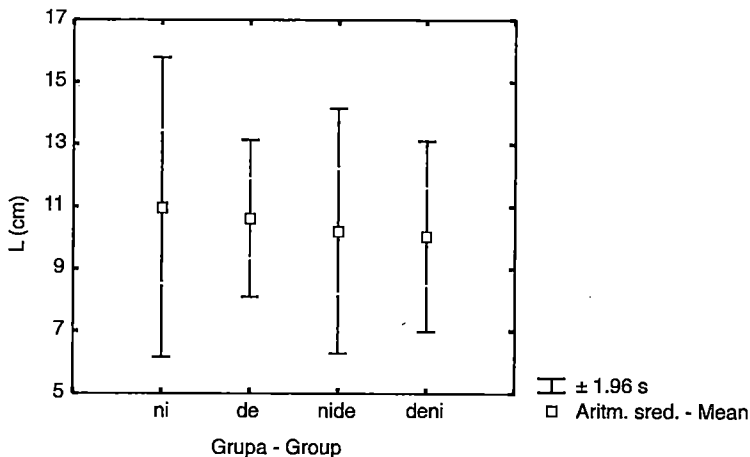
Grupa Group	ni	sy	nisy	F ₂ nisy	Ukupno Total
	%				
ni	73	9	14	4	100
sy	11	32	35	22	100
nisy	16	15	53	16	100
F ₂ nisy	0	9	3	88	100

Klasifikacijski rezultati potvrđuju rezultate prve diskriminantne funkcije, odnosno da je najbolje moguće razlikovanje na osnovi triju mjerenih obilježja iglica između crnog bora i F₂ hibrida nisy. Vjerojatnost pogrešne determinacije iglica crnog bora kao iglica F₂ hibrida je 4 %, a praktično nema pogrešne determinacije iglica F₂ hibrida kao iglica crnog bora.

DRUGA ANALIZA SECOND ANALYSIS

U skupini crni bor (ni), japanski crveni bor (de), F₁ hibridi ni x de (nide) i F₁ hibridi de x ni (deni) tražena je razlika na osnovi triju karakteristika: L = duljina iglica, Nz = broj zubaca i Np = broj pruga puči.

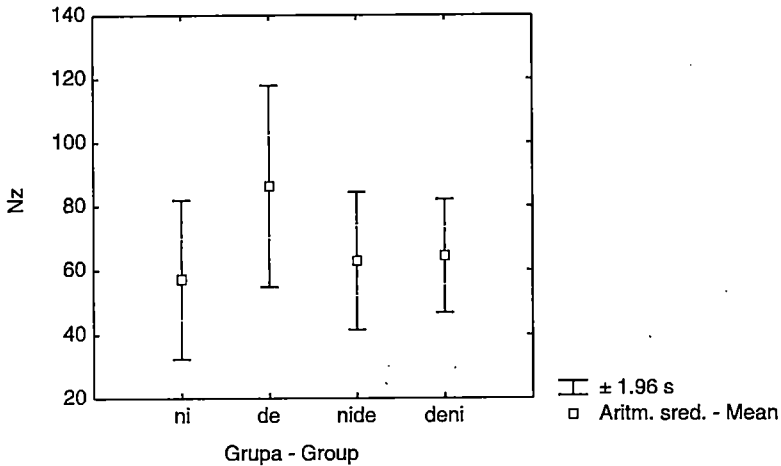
Prosječno najduže iglice ima crni bor (11,0 cm), nešto kraće i manje varijabilne iglice ima japanski crveni bor (10,6 cm), a hibridi između tih dviju vrsta imaju kraće iglice od obje roditeljske vrste (10,2, odnosno 10,0 cm). Na slici 5 je za duljinu iglica po grupama prikazan interval u kojemu se nalazi 95 % podataka ($\bar{x} \pm 1,96 s$).



Slika 5. Aritmetičke sredine duljina iglica $\pm 1,96 s$, po grupama
Figure 5. Means of needle lengths $\pm 1.96 s$, per groups

Prosječno najveći broj zubaca ima japanski crveni bor (86), a najmanji crni bor (57). Oba su F₁ hibrida po tom obilježju intermedijarna. Apsolutno najveći broj zubaca, 130, izbrojen je kod japanskoga crvenog bora, a najmanji, 22, kod crnog bora. Crni bor za to obilježje ima nešto veći koeficijent varijabilnosti (22,8 %) od ostalih grupa. Na slici 6 je za broj zubaca po grupama prikazan interval u kojemu se nalazi 95 % podataka ($\bar{x} \pm 1,96 s$).

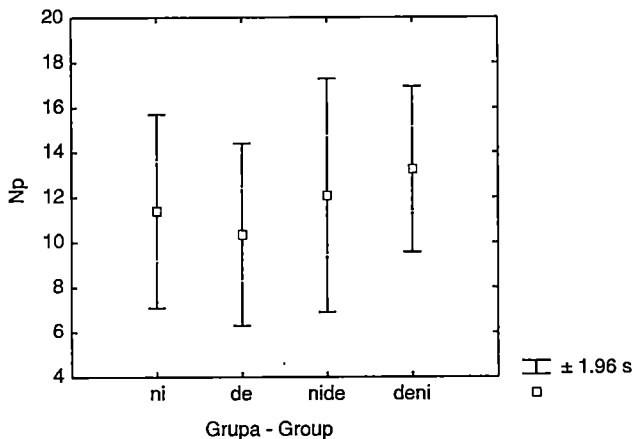
Najmanji prosječni broj pruga puči ima japanski crveni bor (10), zatim slijedi crni bor (11), a obje hibridne kombinacije imaju veći broj pruga puči od roditeljskih



Slika 6. Aritmetičke sredine broja zubaca $\pm 1,96 s$, po grupama
 Figure 6. Means of the number of serrations $\pm 1.96 s$, per groups

vrsta (12, odnosno 13). Najveći koeficijent varijabilnosti imaju F_1 hibridi nide, 25 %. Na slici 7 je za broj pruga puči po grupama prikazan interval u kojemu se nalazi 95 % podataka ($\bar{x} \pm 1,96 s$).

F-testom su utvrđene signifikantne razlike među varijancama pojedinih grupa, a za ostale je grupe rađen t-test, te je utvrđena signifikantnost razlika među aritmetičkim sredinama svih grupa za sve karakteristike.



Slika 7. Aritmetičke sredine broja pruga puči $\pm 1,96 s$, po grupama
 Figure 7. Means of the number of stomatal rows $\pm 1.96 s$, per groups

Budući da su tri varijable i četiri grupe uključene u model, analizom su dobivene tri diskriminantne funkcije, od kojih su samo prve dvije signifikantne (tablica 6). U tablici 7 su standardizirani koeficijenti diskriminantnih funkcija za pojedine varijable. Vidi se da je prva diskriminantna funkcija najviše određena varijablom Nz. Druga je funkcija najviše određena varijablom Np. Treća funkcija nije signifikantna i ne uzima se za interpretaciju. Iz kumulativne proporcije vidi se da je najvažnija prva funkcija, jer ona uračunava 90,2 % objašnjene varijance, što znači da je 90,2 % razlikovanja objašnjeno ovom funkcijom. Dodavanjem druge funkcije uračunato je dodatnih 9,5 %, odnosno 99,7 % objašnjene varijance, a doprinos je treće funkcije potpuno zanemariv.

Tablica 6. χ^2 -test za tri diskriminantne funkcije, sa sukcesivnim isključivanjem funkcija
Table 6. χ^2 -test for three discriminant functions, with successive removal of functions

Diskriminantna funkcija Discriminant Function	χ^2	Stupnjevi slobode Degrees of Freedom	p (<)
1, 2, 3	973,7923	9	0,0000001
2, 3	125,7678	4	0,0000001
3	3,4150	1	0,0646150

Tablica 7. Standardizirani koeficijenti diskriminantnih funkcija za pojedine varijable
Table 7. Standardized coefficients of discriminant functions for particular variables

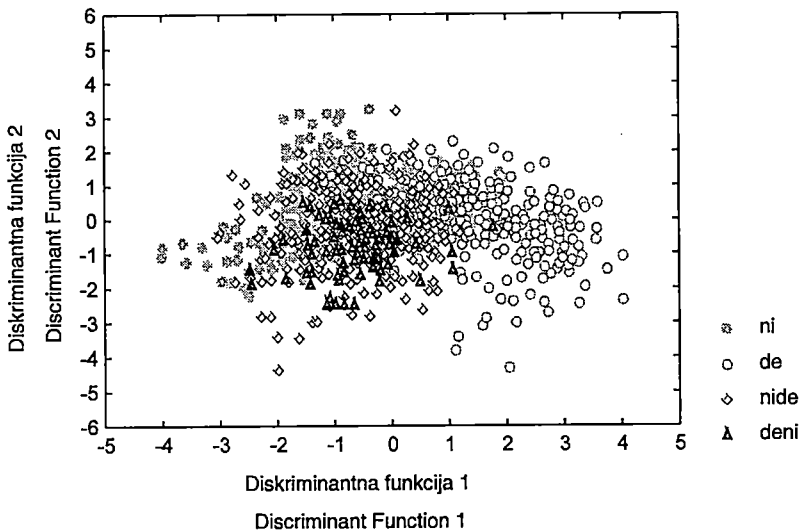
Varijable Variables	Funkcija 1 Function 1	Funkcija 2 Function 2
L	0,1897	0,6197
Nz	0,9587	-0,2824
Np	-0,2697	-0,8441
Kumulativna proporcija	0,9018	0,9975

Iz sredina varijabla za funkcije, po grupama, vidi se među kojim grupama diskriminira pojedina funkcija (tablica 8). Prva diskriminantna funkcija najbolje razlikuje japanski crveni bor od ostalih grupa, jer se sredina za taj bor najviše izdvaja od sredina ostalih grupa. Iako se među tim ostalim grupama nešto izdvaja crni bor, srednje vrijednosti funkcije za obje su hibridne kombinacije vrlo blizu vrijednosti za crni bor. To se može vidjeti i iz slike 8, gdje su na os x nanasene pojedinačne vrijednosti za prvu diskriminantnu funkciju.

Druga diskriminantna funkcija najbolje razlikuje s jedne strane grupu deni i s druge strane grupu ni od ostalih grupa zajedno, ali su te razlike zanemarive. Pojedinačne su vrijednosti za tu funkciju nanasene na os y , slika 8. Na slici se osi x i y promatraju neovisno jedna drugoj.

Tablica 8. Sredine kanonskih varijabli za dvije diskriminantne funkcije, po grupama
Table 8. Means of variables for two discriminant functions, per groups

Grupa Group	Funkcija 1 Function 1	Funkcija 2 Function 2
ni	-0,8498	0,3906
de	1,3434	0,0395
nide	-0,5910	-0,2399
deni	-0,6380	-0,7560



Slika 8. Grafički prikaz diskriminantnih funkcija 1 i 2
Figure 8. Graph of discriminant functions 1 and 2

Ako se želi neki novi uzorak razvrstati, a zna se da pripada jednoj od četiriju grupa (ni, de, nide ili deni) i znaju se njegove varijable L, Nz i Np, uvrstit će se vrijednosti tih varijabla u klasifikacijske funkcije:

$$ni = -40,5 + 3,0 L + 0,4 Nz + 1,9 Np$$

$$de = -51,8 + 3,1 L + 0,6 Nz + 1,8 Np$$

$$nide = -42,2 + 2,8 L + 0,4 Nz + 2,1 Np$$

$$deni = -46,5 + 2,7 L + 0,5 Nz + 2,4 Np$$

Novi se uzorak svrsta u grupu za koju se dobije najveći rezultat.

Iz klasifikacijske matrice (tablica 9) vidi se koliko je dobro predviđanje pripadnosti novog uzorka za pojedine grupe. Svi su mjereni podaci uvršteni u klasifikacijske funkcije i prema njima svrstani u grupe kojima najvjerojatnije pripadaju. Od svih izmjerenih iglica crnog bora točno je uvršteno 47 %, 36 % iglica je pogrešno

uvršteno kao F₁ hibridi nide i 17 % kao japanski crveni bor. Za japanski je crveni bor točno razvrstano 81 % iglica, 11 % iglica je zamijenjeno s iglicama crnog bora, a 8 % s iglicama F₁ hibrida nide. Kod iglica F₁ hibrida nide klasifikacija je točna za 55 % iglica, s crnim je borom zamijenjeno 29 % iglica, s japanskim crvenim borom 15 %, a s recipročnim F₁ hibridima deni 2 %. Ni jedna od ukupno 90 iglica F₁ hibrida deni nije točno svrstana. Najviše je iglica, 80 %, pogrešno klasificirano kao F₁ hibridi nide, 13 % kao crni bor i 7 % kao japanski crveni bor.

Tablica 9. Klasifikacijska matrica, u %
Table 9. Classification matrix, in %

Grupa Group	ni	sy	nisy	F2nisy	Ukupno Total
	%				
ni	47	17	36	0	100
sy	11	81	8	0	100
nide	29	15	55	1	100
deni	13	7	80	0	100

Klasifikacijski rezultati potvrđuju da se japanski crveni bor može najbolje razlikovati od ostalih grupa, što je vidljivo i iz prve diskriminantne funkcije.

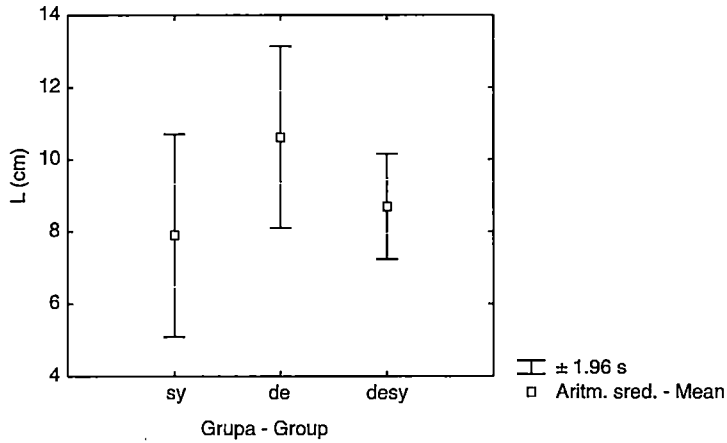
TREĆA ANALIZA THIRD ANALYSIS

U skupini japanski crveni bor (de), obični bor (sy) i F₁ hibridi de x sy (desy) tražena je razlika na osnovi triju karakteristika: L = dužina iglica, Nz = broj zubaca i Np = broj pruga puči. Ukupno je analizirano 735 iglica. Za F₁ hibrid desy analizirano je samo 15 iglica s pet izbojaka jedinoga dostupnog stabla i pri interpretaciji rezultata to treba uzeti u obzir. Od još triju familija (11 stabala), koje se nalaze na pokusnoj plohi LIS3d u Arboretumu Lisičine, nije bilo moguće uzeti uzorke jer sigurnost pristupa plohi nakon oslobađanja toga područja nije bila provjerena.

Prosječno najduže iglice ima japanski crveni bor (10,6 cm), a najkraće obični bor (7,9 cm), dok su F₁ hibridi intermedijarni po toj karakteristici (8,7 cm), ali nešto bliži običnom boru. Na slici 9 je za dužinu iglica po grupama prikazan interval u kojemu se nalazi 95 % podataka ($\bar{x} \pm 1,96 s$).

Prosječno najveći broj zubaca ima japanski crveni bor (86), a najmanji obični bor (54). Broj zubaca je kod F₁ hibrida intermedijarna karakteristika (62), a pomak je nešto prema običnom boru. Apsolutno najveći broj zubaca, 130, ima japanski crveni bor, a najmanji, 15, obični bor. Na slici 10 je za broj zubaca po grupama prikazan interval u kojemu se nalazi 95 % podataka ($\bar{x} \pm 1,96 s$).

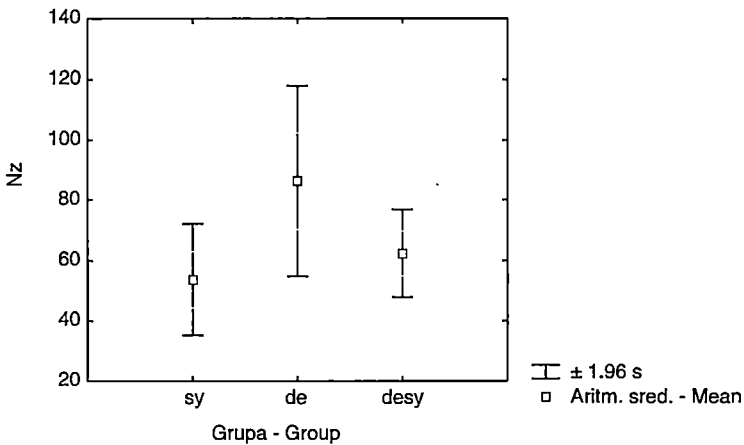
I po broju pruga puči su F₁ hibridi intermedijarni (12), tj. prosječno točno u sredini između japanskoga crvenog (10) i običnog bora (14). Za F₁ hibride desy je



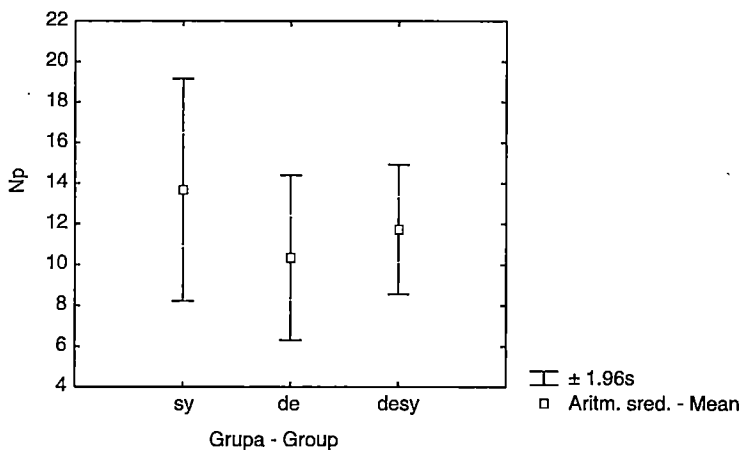
Slika 9. Aritmetičke sredine duljina iglica $\bar{x} \pm 1,96 s$, po grupama
Figure 9. Means of needle lengths $\bar{x} \pm 1,96 s$, per groups

najmanji koeficijent varijabilnosti kod sva tri mjerena obilježja, što se može protumačiti time što su iglice uzete samo s jednog stabla. Na slici 11 je za broj pruga puči po grupama prikazan interval u kojemu se nalazi 95 % podataka ($\bar{x} \pm 1,96 s$).

F-testom su utvrđene signifikantne razlike među varijancama pojedinih grupa, a za ostale je grupe rađen t-test, te je utvrđena signifikantnost razlika među aritmetičkim sredinama svih grupa za sva tri obilježja (L, Nz i Np).



Slika 10. Aritmetičke sredine broja zubaca $\bar{x} \pm 1,96 s$, po grupama
Figure 10. Means of the number of serrations $\bar{x} \pm 1,96 s$, per groups



Slika 11. Aritmetičke sredine broja pruga puči 1,96 s, po grupama
Figure 11. Means of the number of stomatal rows 1.96 s, per groups

Budući da su tri grupe i tri varijable uključene u model, analizom su dobivene dvije diskriminantne funkcije, od kojih je samo prva signifikantna (tablica 10). U tablici 11 su standardizirani koeficijenti prve diskriminantne funkcije za pojedine varijable. Vidi se da je ta funkcija najviše određena varijablom Nz, zatim varijablom L, a najmanje varijablom Np. Iz kumulativne proporcije vidi se da prva funkcija uračunava više od 99,9 % objašnjene varijance, što znači da je 99,9 % razlikovanja objašnjeno tom funkcijom.

Tablica 10. χ^2 -test za dvije diskriminantne funkcije, sa sukcesivnim isključivanjem funkcija
Table 10. χ^2 -test for two discriminant functions, with successive removal of functions

Diskriminantna funkcija Discriminant Function	χ^2	Stupnjevi slobode Degrees of Freedom	p(>)
1, 2	1202,376	6	0,0000001
2	2,115	2	0,3472970

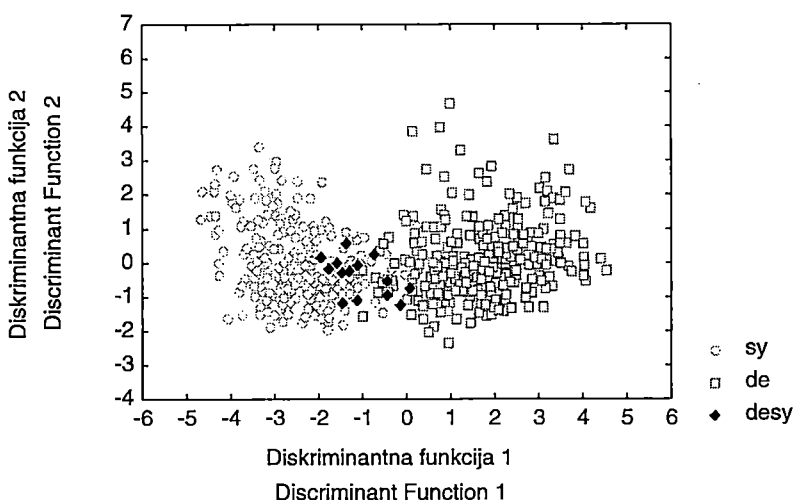
Tablica 11. Standardizirani koeficijenti diskriminantne funkcije 1 za pojedine varijable
Table 11. Standardized coefficients of discriminant function 1, for particular variables

Varijable Variables	Funkcija 1 Function 1
L	0,7541
Nz	0,7887
Np	-0,5539
Kumulativna proporcija	0,9993

Koje grupe najbolje razlikuje prva diskriminantna funkcija vidi se iz sredina kanonskih varijabla za funkciju, po grupama (tablica 12). Najbolje je razlikovanje između običnoga bora i japanskoga crvenog bora, jer je razlika između njihovih sredina najveća, dok su F₁ hibridi intermedijarni. To se može vidjeti i iz slike 12, gdje su na os *x* nanese pojedinačne vrijednosti za prvu funkciju, po grupama. Na os *y* su nanese pojedinačne vrijednosti za drugu diskriminantnu funkciju i može se vidjeti da na osnovi te funkcije nije moguće nikakvo razlikovanje među grupama.

Tablica 12. Sredine kanonskih varijabli za diskriminantnu funkciju 1, po grupama
Table 12. Means of variables for discriminant function 1, per groups

Grupa Group	Funkcija 1 Function 1
sy	-2,5114
de	1,6836
desy	-1,1069



Slika 12. Grafički prikaz diskriminantnih funkcija 1 i 2
Figure 12. Graph of discriminant functions 1 and 2

Ako se želi neki novi uzorak razvrstati, a zna se da pripada jednoj od triju grupa (sy, de ili desy) i znaju se njegove varijable *L*, *Nz* i *Np*, uvrstit će se vrijednosti tih varijabla u klasifikacijske funkcije:

$$sy = -40,6 + 4,6 L + 0,3 Nz + 1,8 Np$$

$$de = -67,1 + 7,0 L + 0,6 Nz + 0,8 Np$$

$$desy = -47,9 + 5,4 L + 0,4 Nz + 1,3 Np$$

Taj će se novi uzorak svrstati u grupu za koju se dobije najveći rezultat.

Iz klasifikacijske matrice (tablica 13) vidi se koliko je za pojedine grupe točna klasifikacija novog slučaja pomoću klasifikacijskih funkcija. Svi su mjereni podaci uvršteni u klasifikacijske funkcije i prema njima svrstani u grupe kojima najvjerojatnije pripadaju. Vidi se da je za obični bor točno svrstano 98 % iglica, a 2 % je zamijenjeno s iglicama japanskoga crvenog bora. Za japanski crveni bor točno je svrstano također 98 % iglica, a 2 % je pogrešno svrstano kao obični bor. Ni jedna od 15 iglica F₁ hibrida desy nije točno raspoređena, već je 73 % pogrešno raspoređeno kao obični bor, a 27 % kao japanski crveni bor.

Tablica 13. Klasifikacijska matrica, u %

Table 13. Classification matrix, in %

Grupa Group	sy	nisy	F ² nisy	Ukupno Total
	%			
sy	98	2	0	100
dc	2	98	0	100
desy	73	27	0	100

USPIJEVANJE HIBRIDA BOROVA NA POKUSNIM PLOHAMA U HRVATSKOJ – GROWING OF PINE HYBRIDS ON PLOTS IN CROATIA

PLOHA 1 FIELD PLOT 1

Ploha je podignuta 1976. godine na Đurđevačkim peskima. Na plohi su zasađene 73 familije borova, a za analizu su familije svrstane prema kombinaciji križanja, odnosno pripadnoj vrsti (tablica 14).

Na ovoj je pokusnoj plohi najslabije preživljavanje crnog bora (23,5 % preživjelih biljaka), a najbolje preživljavaju povratni križanci trispecies hibrida, obični bor i kombinacije križanja kojima je jedan od roditelja hibrid nisy (tablica 14). Preživljavanje je značajan podatak za ovo područje, jer se radi o pijesku koji je još prije stotinjak godina bio kao živi pijesak smirivan sadnjom crnog bora, običnog bora i bagrema.

Od dvadeset grupa u analizu je uključeno petnaest. Prosječni prsni promjeri za te grupe, pri posljednjoj izmjeri, u studenome 1994. godine, prikazani su u tablici 14 i histogramom na slici 13. Najveći prosječni prsni promjer, 22,0 cm, ima obični bor, grupa sy x sy (tri familije, s ukupno 8 biljaka). Podjednaku prosječnu vrijednost promjera, 21,9 cm, imaju povratni hibridi, grupa sydeni x sy (jedna familija s 44 biljke) i grupa sy x nisy (jedna familija s 3 biljke), prosječnog promjera 21,7 cm.

Tablica 14. Razvrstane familije na pokusnoj plohi 1, podaci o preživljavanju, prosječni prsni promjeri, standardne devijacije i koeficijenti varijabilnosti

Table 14. Surviving, average diameters, standard deviations and coefficients of variation for grouped families in the plot 1

Kombinacija križanja Cross Combination	Broj familije Family Number S	Broj zasadenih biljaka Number of Plants of Plants IV. 1976.	Broj preživjelih biljaka Survived XI. 1994.	Preživjelo Survived %	Prosječni promjeri Average Diameter XI. 1994. cm	Stand. devij. Standard Deviat.	Koeficij. varijab. Coeff. of Variation CV, %
ni x nep	774, 861, 865, 869, 888, 892, 1002	220	80	36,4	11,9	4,2	35,0
ni x ni	775, 777, 782, 784, 785, 787, 807, 989, 998	306	74	23,5	9,4	3,3	34,6
ni x de	870, 872, 873, 874, 876, 877, 878, 879, 882, 884, 885, 886, 889, 890, 891, 893, 894, 895, 896, 997, 1000, 1004	808	541	67,1	15,4	4,5	29,4
ni x (sy+ ni)	862, 866, 868	138	69	52,2	9,9	2,4	24,4
ni x nisy	991, 994	30	21	70,0	12,0	4,0	33,1
sy x nep.	756, 760, 814, 966, 969, 976	25	18	72,0	18,7	4,4	23,5
sy x sy	759, 974, 980	8	8	100,0	22,0	2,5	11,2
sy x nisy	968	3	3	100,0	21,7	3,7	16,9
de x nep.	858, 958	41	24	58,5	13,4	2,8	20,6
de x ni	956, 960	109	62	56,9	12,1	3,7	30,9

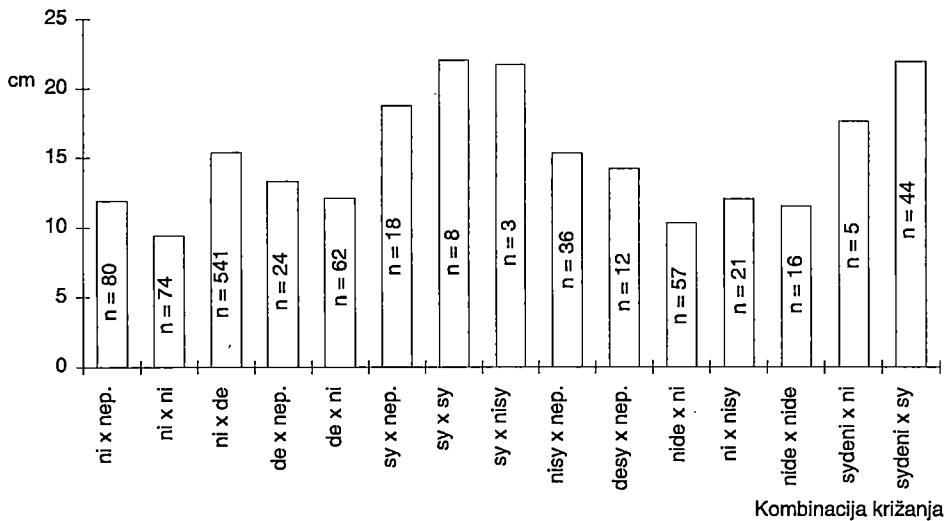
(nastavak tablice 14)

Kombinacija križanja Cross Combination	Broj familije Family Number S	Broj zasađenih biljaka Number of Plants IV. 1976.	Broj preživjelih biljaka Survived XI. 1994.	Preživjelo Survived %	Prosječni promjeri Average Diameter XI. 1994. cm	Stand. devij. Standard Deviat.	Koeficij. varijab. Coeff. of Variation CV, %
nisy x nep.	854	48	36	75,0	15,3	3,9	25,5
desy x nep.	849	24	12	50.0	14.2	6.0	42.0
nide x ni	941, 945, 948, 1008, 1014, 1018	130	57	43.8	10.3	3.7	35.5
nide x nide	1013	32	16	50.0	11.5	2.7	23.3
sydeni x ni	949, 950	5	5	100.0	17.6	3.4	19.2
sydeni x sy	952	45	44	97.8	21.9	3.7	16.9
de x sy	959	1	1	100	12.6		
sy x sydeni	975	1	1	100	25.7		
de x de	957	3	0	0			
nide x nep.	946	1	0	0			

Najmanje prosječne promjere imaju kombinacije unutarvrskih križanja crnog bora i biljke crnog bora nastale slobodnim oprašivanjem, te kombinacije križanja s japanskim crvenim borom.

Pojedinačna biljka s najvećim prsnim promjerom na plohi, 27,4 cm, iz kombinacije je križanja sydeni x sy. Za tu i ostale kombinacije križanja u tablici 15 navedeni su prsni promjeri pojedinačnih biljaka veći od 25 cm.

Distribucija frekvencija promjera u postocima, prikazana je na slici 14. Najveću varijabilnost pokazuje crni bor i hibridi crnog bora i japanskoga crvenog bora. Obični je bor manje varijabilan, ali većih promjera, a povratni su križanci trispesies hibrida sydeni x sy u tom pogledu najbolji, jer imaju najveći postotak stabala velikih promjera.

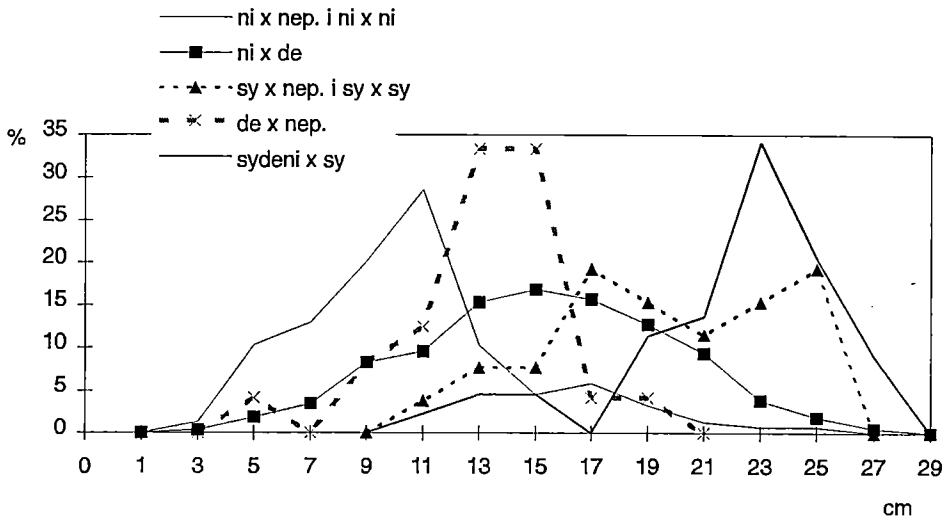


Slika 13. Prosječni prsni promjeri razvrstanih familija borova na pokusnoj plohi 1 za 1994. godinu
Figure 13. Average dbh values in 1994 for grouped hybrid pine families in the plot 1

Tablica 15. Pojedinačne biljke na plohi 1 koje imaju prsni promjer veći od 25 cm
Table 15. Plants in the plot 1 with dbh over 25 cm

Kombinacija križanja Cross Combination	Prsni promjeri > 25,0 cm Dbh over 25,0 cm
ni x nep.	25,2
ni x de	25,2; 25,3; 26,5; 26,8
sy x nep.	25,2
sy x nisy	25,5
sydeni x sy	25,3; 25,5; 26,0; 26,0; 26,0; 26,2; 27,0;
sy x sydeni	27,4 25,7

Na plohi su bile biljke koje su ili rašljave ili imaju izgled kandelabera. Obje te greške habitusa uzrokovane su napadima borova savijača (*Evetria buoliana* Schiff.), koji, čini se, preferira hibridne kombinacije križanja ili familije s običnim borom, jer je upravo među tim grupama najveći postotak oštećenja (tablica 16). U grupi sy x nisy od tri stabla sva tri su oštećena, u grupi sy x sy oštećeno je 62,5 % (pet stabala od osam), u grupi nide x nide oštećeno je 43,7 % stabala (sedam od 16). Najmanje je oštećenih biljaka u grupi familija s crnim borom (7 %), a jedino familija desy x nep. nema ni jedno stablo deformiranoga habitusa.



Slika 14. Distribucija frekvencija prsnih promjera 1994. godine za razvrstane familije borova na pokusnoj plohi 1

Figure 14. Distribution of dbh frequencies in 1994 for grouped hybrid pine families in the plot 1

Tablica 16. Postotak biljaka na plohi 1 oštećenih napadom borova savijača
Table 16. Stem malformations in the plot 1, caused by pine bud borer (%)

Kombinacija križanja Cross Combination	Broj biljaka Number of Plants XI. 1994.	Broj oštećenih biljaka Number of Damaged Plants XI. 1994.	Oštećenih Damaged %
ni x nep.	80	8	10,0
ni x ni	74	5	6,8
ni x de	541	140	25,9
ni x nisy	21	2	9,5
sy x nep.	18	5	27,8
sy x sy	8	5	62,5
sy x nisy	3	3	100,0
de s nep.	24	8	33,3
de x ni	62	17	27,4
nisy x nep.	36	5	13,9
desy x nep.	12	0	0
nide x ni	57	6	10,5
nide x nide	16	7	43,7
sydeni x ni	5	1	20,0
sydeni x sy	44	13	29,5

PLOHA 2
FIELD PLOT 2

U tablici 17a su za razvrstane familije dvoigličavih borova proizvedenih iz sjemena osim postotka preživljavanja navedeni prosječni prsni promjeri, standardne

Tablica 17a. Preživljavanje, prosječni prsni promjeri, standardne devijacije i koeficijenti varijabilnosti za razvrstane familije, proizvedene iz sjemena i zasađene na plohu 2

Table 17a. Surviving, average diameters, standard deviations and coefficients of variation for grouped families produced as seedlings, in the plot 2

Kombinacija križanja Cross Combination	Godina sjetve Sowing Year	Zasađeno biljaka Number of Plants in 1985-87.	Preživjelo biljaka Survived II. 1995.	Preživjelo Survived %	Prosječni promjeri Average Diameter II. 1995. cm	Stand. devij. Standard Deviat. cm	Koeficij. varijab. Coeff. of Variation CV, %
ni x nep	1979.	18	11	61,1	7,8	4,12	52,6
ni x ni	1979.	12	6	50,0	8,1	1,39	17,1
ni x de	1979.	25	12	92,0	7,1	2,83	40,0
ni x th	1979.	6	6	100,0	11,8	2,53	21,4
th. x nep.	1979.	16	8	50,0	11,7	3,01	25,6
th x ni	1979.	13	11	84,6	11,9	0,75	6,3
nisy x nep.	1979.	2	2	100,0	9,9	2,97	30,0
nisy x ni	1979.	15	14	93,3	11,8	2,28	19,3
nide x ni	1979.	19	14	73,7	8,0	2,83	35,3
nide x de	1979.	17	14	82,4	7,0	1,67	23,9
ni x ni	1980.	6	4	66,7	9,7	1,11	11,5
ni x th	1980.	11	8	72,7	9,8	1,63	16,6
nisy x ni	1980.	2	2	100,0	11,1	1,20	10,9
nisy x sy	1980.	19	19	100,0	13,0	2,30	17,7
sydeni x nep.	1980.	10	9	90,0	15,1	1,63	10,8
nideni x th	1980.	8	8	100,0	9,9	1,85	18,8
ni x ni	1983.	11	2	18,2	4,1	1,48	36,7
nisy x nep.	1983.	13	12	92,3	9,3	2,34	25,1
sy x nep.	1984.	12	9	75,0	9,5	2,93	30,7

devijacije i koeficijenti varijabilnosti. Isti su podaci za razvrstane familije borova proizvedene zakorjenjivanjem reznica prikazani u tablici 17b.

Tablica 17b. Preživljavanje, prosječni prsni promjeri, standardne devijacije i koeficijenti varijabilnosti za razvrstane familije dvoigličavih borova, proizvedene iz reznica i zasađene na plohu 2

Table 17b. Surviving, average diameters, standard deviations and coefficients of variation for grouped families produced as rooted cuttings, in the plot 2

Kombinacija križanja Cross Combination	Godina sjetve Sowing Year	Zasađeno biljaka Number of Plants in 1985-87.	Preživjelo biljaka Survived II. 1995.	Preživjelo Survived %	Prosječni promjeri Average Diameters II. 1995. cm	Stand. devij. Standard Deviat. cm	Koeficij. varijab. Coeff. of Variation CV, %
ni x ni	1981.	32	22	68,8	5,	2,62	45,60
ni x sy	1981.	68	60	88,2	12,5	2,26	18,00
sy x nep.	1981.	10	10	100,0	13,3	2,75	20,70
sy x sy	1981.	4	4	100,0	14,7	2,19	14,90
ni. x nep.	1984.	6	2	33,3	5,7	2,62	46,36
ni x sy	1984.	4	2	50,0	4,2	1,70	40,40
ni x de	1984.	29	17	58,6	6,4	1,52	23,60
nisy x ni	1984.	13	8	61,5	6,1	1,94	32,00

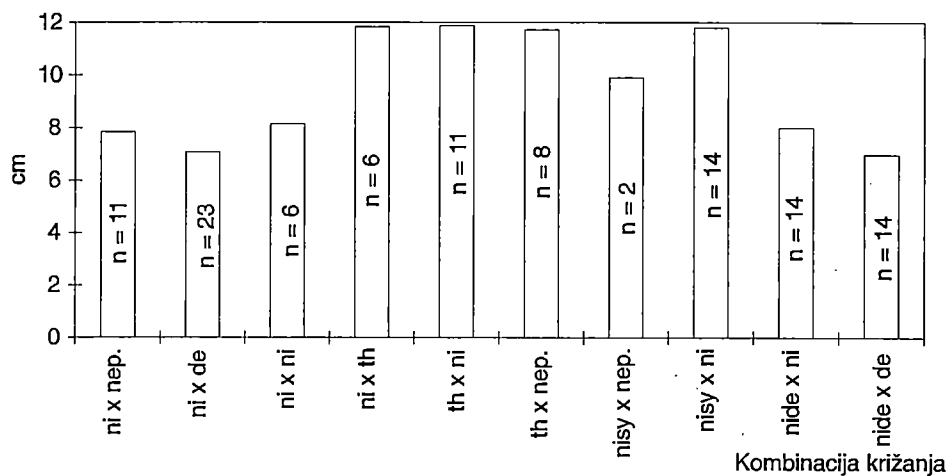
Prosječni prsni promjeri razvrstanih familija izmjereni krajem 1994. godine za biljke na ovoj plohi prikazani su i grafički, histogramima, na slici 15, ovisno o godini sjetve, odnosno godini zakorjenjivanja. Na slici 15a su najstarije biljke na plohi (sjetva 1979. godine). Najveće prosječne prsne promjere imaju grupe familija s ko-rejskim crnim borom i familija nisy x ni.

Godinu dana mlađe biljke (sjetva 1980. godine) iz grupe familija sydeni x nep. i nisy x sy imaju veće prsne promjere (slika 15b).

Obični je bor zastupljen s pet godina mlađim biljkama, proizvedenima iz sjemena 1984. godine (slika 15c). Prosječni promjer pet godina mlađih biljaka običnog bora veći je od promjera grupa ni x nep., ni x ni, ni x de, nide x ni i nide x de (slika 15a).

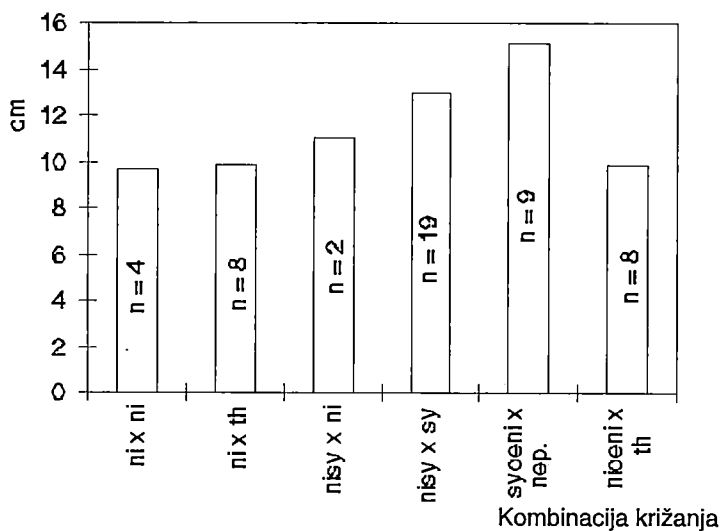
Kod biljaka uzgojenih iz reznica 1981. godine najveći prosječni prsni promjer ima obični bor (tablica 17b i slika 15d).

Kod tri godine mlađih biljaka, uzgojenih iz reznica 1984. godine (tablica 17b i slika 15e), najmanji prosječni promjer imaju dvije biljke, F₁ hibridi ni x sy, koje su bile teško oštećene pri košnji trave. F₁ hibridi ni x sy, proizvedeni reznicama 1981.



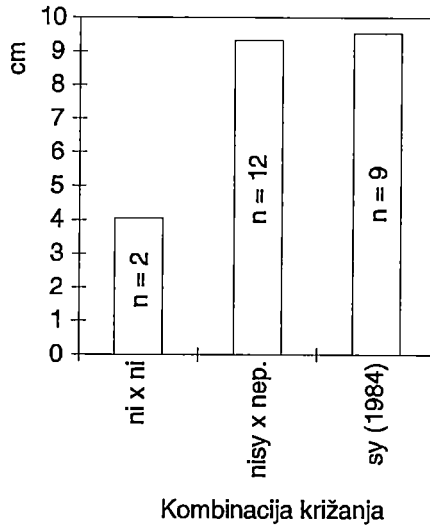
Slika 15a. Prosječni prsni promjeri 1994. godine razvrstanih familija borova proizvedenih iz sjemena 1979. godine i zasadenih na plohu 2

Figure 15a. Average dbh values in 1994 for grouped hybrid pine families produced as seedlings in 1979, in the plot 2

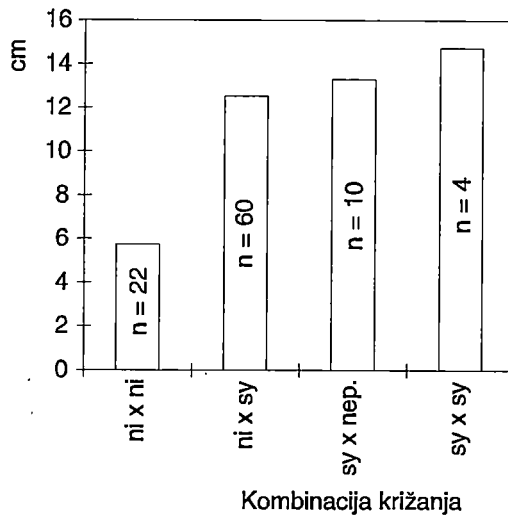


Slika 15b. Prosječni prsni promjeri 1994. godine razvrstanih familija borova proizvedenih iz sjemena 1980. godine i zasadenih na plohu 2

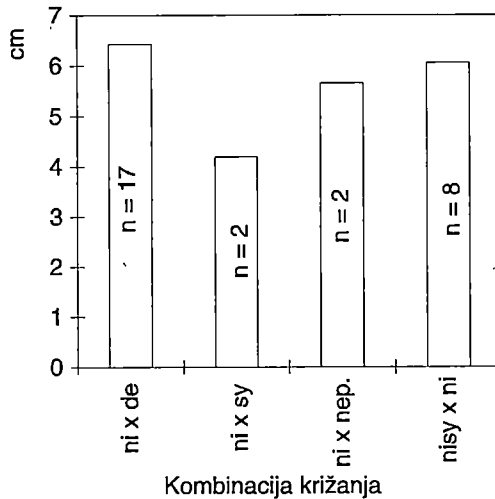
Figure 15b. Average dbh values in 1994 for grouped hybrid pine families produced as seedlings in 1980, in the plot 2



Slika 15c. Prosječni prsni promjeri 1994. godine razvrstanih familija borova proizvedenih iz sjemena 1983. i 1984. godine i zasadenih na plohu 2
Figure 15c. Average dbh values in 1994 for grouped hybrid pine families produced as seedlings in 1983 and 1984, in the plot 2



Slika 15d. Prosječni prsni promjeri 1994. godine razvrstanih familija borova proizvedenih iz reznica 1981. godine i zasadenih na plohu 2
Figure 15d. Average dbh values in 1994 for grouped hybrid pine families produced as rooted cuttings in 1981, in the plot 2



Slika 15e. Prosječni prsni promjeri 1994. godine razvrstanih familija borova proizvedenih iz reznica 1984. godine i zasadenih na plohu 2
Figure 15e. Average dbh values in 1994 for grouped hybrid pine families produced as rooted cuttings in 1984, in the plot 2

godine, imaju više nego dvostruko veći prosječni prsni promjer od crnog bora iste dobi (tablica 17b i slika 15d).

Apsolutno najveći prsni promjer na plohi, 17,5 cm, imaju dvije biljke iz grupe sydeni x nep. Jedna biljka nisy x sy ima prsni promjer 17,4 cm. Sve su te tri biljke proizvedene iz sjemena 1980. godine. Slijedi jedna biljka običnog bora, proizvedena iz reznice 1981. godine, s prsnim promjerom 17,3 cm.

PLOHA 3 FIELD PLOT 3

Ova je ploha podignuta u jesen 1987. godine na Đurđevačkim peskima. Za analizu su familije razvrstane prema kombinaciji križanja. Razvrstane familije i podaci o njihovu preživljavanju prikazani su u tablici 18.

Analiza visina i promjera u vratu korijena 1994. godine za svrstane podatke prikazana je u tablici 19, a prosječne visine prikazane su histogramom na slici 16.

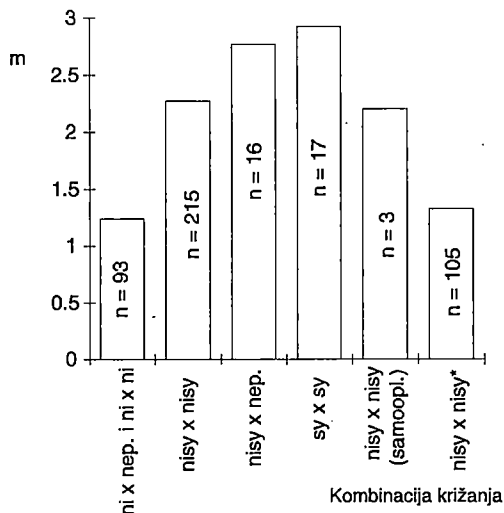
Najveće prosječne visine i promjere, mjerene u vratu korijena, imaju biljke običnog bora, sy x sy ($h = 2,9$ m, $d = 8,4$ cm, jedna familija, 17 biljaka). Samo nešto manje vrijednosti ($h = 2,8$ m, $d = 8,1$ cm) ima grupa od četiri familije slobodno oprašenih F_1 hibrida, nisy x nep., s ukupno 16 biljaka. Najmanju prosječnu visinu i promjer ($h = 1,2$ m, $d = 3,9$ cm) ima grupa od tri familije, od kojih je jedna familija crnog bora, ni x ni, a dvije su familije slobodno oprašenoga crnog bora, ni x nep., s ukupno 93 biljke.

Tablica 18. Podaci o preživljavanju razvrstanih familija borova na pokusnoj plohi 3
Table 18. Plot 3, grouped hybrid pine families, survival data

Kombinacija križanja Cross Combination	Broj familije Family Number S	Broj zasadenih biljaka Number of Plants XI. 1987.	Broj preživjelih biljaka Survived XI. 1994.	Preživjelo Survived %
ni x nep. i ni x ni	2026, 2033, 2037	177	93	52,5
sy x sy	2057	23	17	73,9
nisy x nep.	2044, 2046, 2048, 2050	29	16	55,2
nisy x nisy	2040, 2043, 2045, 2047, 2049, 2051, 2053	295	215	72,9
nisy 413 x nisy 413 (samoopl. – selfing)	2041	8	3	37,5
nisy x nisy*	2122*, 2123*, 2124*	172	105	61,1

Tablica 19. Prosječne visine i promjeri u vratu korijena 1994. godine za razvrstane familije na plohi 3
Table 19. Average heights and diameters in 1994 for grouped hybrid pine families in the plot 3

Kombinacija križanja Cross Combination	Prosječne visine Average Heights 1994, m	Stand. devij. Standard Deviation cm	Koef. varij. Coeff. of Variation CV, %	Prosječni promjeri Average Diameters 1994. cm	Stand. devij. Standard Deviation cm	Koef. varij. Coeff. of Variation CV, %
ni x nep. i ni x ni	1,2	0,52	41,6	3,9	1,91	49,4
sy x sy	2,9	0,85	29,1	8,4	2,50	29,8
nisy x nep.	2,8	0,95	34,4	8,1	2,82	35,0
nisy x nisy	2,3	0,72	31,5	6,4	2,43	38,0
nisy 413 x nisy 413 (samoopl. – selfing)	2,2	0,36	16,4	6,0	1,91	31,7
nisy x nisy*	1,3	0,70	52,9	3,5	2,04	59,1



Slika 16. Prosječne visine 1994. godine, razvrstanih familija borova na plohi 3
Figure 16. Average heights in 1994 for grouped hybrid pine families in the plot 3

Ako se uspoređuju pojedine familije, tada najveću prosječnu visinu i promjer ima familija slobodno oprašenoga F₁ hibrida, nisy x nep., S 2044 (h = 3,3 m, d = 9,7 cm), s ukupno sedam biljaka. S jednakom prosječnom visinom, ali nešto manjim prosječnim promjerom, također je slobodno oprašeni F₁ hibrid, nisy x nep., S

Tablica 20. Ploha 3, pojedinačne biljke koje imaju visinu i/ili promjer veći za više od tri standardne devijacije nego što su visina i/ili promjer pripadne grupe (podcrtane vrijednosti)
Table 20. Plot 3, Individual plants with heights and/or diameters more than three standard deviations greater than the average height and/or diameter of their respective group. Such values are underlined

Kombinacija križanja Cross Combination	Broj familije Family Numbers S	Promjeri Diameters XI. 1994. cm	Visine Heights XI. 1994. m
nisy x nisy	2040	<u>14,6</u>	<u>4,40</u>
		<u>12,8</u>	3,45
		<u>12,8</u>	4,05
nisy x nisy*	2124	<u>10,7</u>	3,00
		<u>10,2</u>	<u>3,20</u>
		8,4	<u>3,25</u>
ni x nep.	2026	<u>8,8</u>	2,40
		8,4	<u>2,80</u>

2050 ($h = 3,3$ m, $d = 8,1$ cm), s tri biljke. Zatim slijedi familija običnog bora, sy x sy, S 2057 ($h = 2,9$ m, $d = 8,4$ cm), s ukupno sedamnaest biljaka. Najviša pojedinačna biljka na plohi i biljka s najvećim promjerom je F₂ hibrid, nisy x nisy, S 2040 ($h = 4,4$ m, $d = 14,6$ cm).

U grupi s najvećim koeficijentom varijabilnosti (tablica 19), a to su F₂ hibridi i biljke nastale slobodnim oprašivanjem crnog bora, pojedinačne su biljke svojom visinom i/ili promjerom veće za više od tri standardne devijacije od prosječne visine i/ili promjera grupe u kojoj se nalaze (podcrtane vrijednosti u tablici 20). Kada se takva analiza napravi unutar pojedinih familija, a ne grupa, samo je jedna od tih biljaka, F₂ hibrid, $h = 4,4$ m, $d = 14,6$ cm, svojom visinom i promjerom veća za više od tri standardne devijacije od prosječne visine i promjera familije S 2040, kojoj pripada.

DISKUSIJA – DISCUSSION

MORFOLOŠKA OBILJEŽJA IGLICA – MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF NEEDLES

Kod F₂ hibrida, nisy x nisy, donekle je iznenađujući rezultat za duljinu iglica, jer oni imaju najkraće iglice, tj. iglice su u prosjeku kraće od prosjeka duljine iglica crnog bora, običnog bora i F₁ hibrida nisy, a i koeficijent je varijabilnosti (20 %) manji od očekivanoga. Uzorak je za F₂ hibride bio dovoljno velik, 435 iglica, s 29 stabala koja pripadaju u deset različitih familija nastalih križanjem devet različitih F₁ hibrida. Međutim, šest od tih devet F₁ hibrida je nastalo križanjem istoga roditeljskog para (ni 221 x sy 77), jedan je hibrid nastao slobodnim oprašivanjem crnog bora (ni 221 x nep.), a samo su dva hibrida potpuno različita i potječu iz Njemačke. Ako se analizira utjecaj familija, kod kojih je jedan od roditelja njemački hibrid, na konačni rezultat, vidi se da te familije u prosjeku imaju još kraće iglice (4,7 cm), a koeficijent varijabilnosti je 23 %. Neobično je što su kod F₂ hibrida prisutne samo kratke iglice, a nema iglica koje bi bile intermedijarne ili duže u odnosu na obje roditeljske vrste. Stoga se može zaključiti da je sa znanstvenoga gledišta ispitivani uzorak dao rezultat kakav je naveden, a uzrok se može samo nagađati. U razmatranjima mogućih uzroka tako dobivenog rezultata nameću se dva tumačenja. Prvo upućuje na mogućnost da je u ovom slučaju došlo do recesivne transgresije. Transgresijsko razdvajanje nastaje interakcijom gena s epistatičkim djelovanjem i predstavlja jednu od najznačajnijih mogućnosti za dobivanje novih svojstava koja nije imao nijedan roditelj. Drugo tumačenje uzroka da su duljine iglica kod F₂ hibrida kraće nego kod čistih vrsta i F₁ hibrida polazi od specifičnosti analiziranog uzorka, tj. sužene genetske osnove analiziranih F₂ hibridnih familija crnoga i običnog bora. Naime, svaka od deset F₂ hibridnih familija, od kojih su uzeti uzorci, ima u sebi gene crnog bora ni 221. Dvije F₂ hibridne familije imaju kod jednog F₁ hibridnog roditelja istu majku – ni 221, a sve ostale (osam F₂ hibridnih familija) imaju kod oba F₁ hibridna roditelja istu tu majku – ni 221. Iz navedenoga se može govoriti o

svojevrsnom *inbreedingu* pokazanom u duljini iglica. U razmatranjima mogućih uzroka da su analizirani F₂ hibridi nisy x nisy imali najkraće iglice, skloniji smo prikloniti se ovom drugom mišljenju.

Broj zubaca po jedinici dužine u gornjoj trećini iglica F₁ hibrida nisy u odnosu na biljke jednake dobi dobivene slobodnim oprašivanjem roditeljskih stabala istraživao je V i d a k o v i ć (1977). Na uzorku od 20 iglica osmogodišnjih biljaka najveći je broj zubaca bio kod običnog bora, najmanji kod crnog bora, a F₁ hibridi su imali nešto manji broj zubaca nego obični bor. Ti se podaci ne podudaraju s prethodno navedenim rezultatima u ovom radu, gdje F₁ hibridi nisy imaju manji prosječni broj zubaca od roditeljskih vrsta. Međutim, istraživanja nisu provedena u odnosu na roditeljske vrste kao u ovom radu, a razlika je još u dobi biljaka, u veličini uzorka i dijelu iglice na kojemu je mjereno broj zubaca.

Za F₁ hibride nide V i d a k o v i ć (1993) navodi da su intermedijarni po duljini iglica u odnosu na roditeljske vrste. Rezultati u ovom radu to ne potvrđuju, jer hibridi u prosjeku imaju kraće iglice od obje roditeljske vrste.

Za sedmogodišnje biljke F₁ hibrida desy V i d a k o v i ć i dr. (1978) utvrdili su da su iglice kraće nego iglice roditelja, a bliže običnomu nego japanskomu crvenom boru. Taj se podatak ne podudara s rezultatom u ovom radu, gdje su iglice F₁ hibrida po duljini bile intermedijarne u odnosu na roditeljske vrste, a nešto bliže običnom boru. U navedenom radu (V i d a k o v i ć i dr. 1978) analizirane su tri biljke F₁ hibrida i uspoređene s roditeljima, odnosno s biljkama od kojih su hibridi nastali, a ne općenito s roditeljskim vrstama.

USPIJEVANJE HIBRIDA BOROVA NA POKUSNIM PLOHAMA U HRVATSKOJ – GROWING OF PINE HYBRIDS ON PLOTS IN CROATIA

Na području Đurđevačkih pesaka stare kulture crnog bora zauzimaju preko 400 ha. Hibridne familije borova, testirane na toj pokusnoj plohi, pokazale su niz prednosti u odnosu na crni bor. Ponajprije se to odnosi na preživljavanje i na rast. Na svim plohama najslabije je preživljavanje crnog bora (ni x ni i ni x nep.). Potvrđeno je da i u unutrašnjosti Hrvatske, na pijesku, F₁ hibridi nide mnogo bolje preživljavaju u odnosu na crni bor, što su za hladniji submediteran utvrdili V i d a k o v i ć i dr. (1973).

Uočeni je nedostatak hibridnih familija borova veći broj stabala oštećenih borovim savijačem, te su u tom pogledu hibridi slični običnom boru. Od napada borova savijača najveća su oštećenja habitusa kod kombinacija križanja s običnim borom i japanskim crvenim borom, a najmanja oštećenja kod kombinacija križanja s crnim borom. U dva je rada (V i d a k o v i ć i dr. 1973, 1986b) analizirana otpornost nekih hibridnih familija i čistih vrsta prema crvenoj pjegavosti iglica (*Dothistroma pini*), te je utvrđeno da su obični bor i japanski crveni bor gotovo potpuno otporni na tu bolest, a da je najosjetljiviji crni bor. Za razne hibridne kombinacije između te tri vrste utvrđena je varijabilnost u postotku zaraženosti iglica, ali su općenito hibridi intermedijarni u odnosu na roditeljske vrste.

Međutim, treba reći da je po preživljavanju i po rastu obični bor na svim plohama približno jednak ili bolji od najboljih hibridnih familija.

ZAKLJUČCI – CONCLUSIONS

MORFOLOŠKA OBILJEŽJA IGLICA – MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF NEEDLES

1. U prvoj je analizi ustanovljeno da je najbolje moguće razlikovanje između crnog bora i F₂ hibrida nisy, s najvećim utjecajem varijable L (duljina iglica). Mogućnost zamjene iglica crnog bora s iglicama F₂ hibrida je 4 %, a praktično nema pogrešne klasifikacije iglica F₂ hibrida kao iglica crnog bora. Najpouzdanija je klasifikacija za F₂ hibride (88 %).

2. U drugoj je analizi najbolje moguće razlikovanje japanskoga crvenog bora od ostalih grupa, s najvećim utjecajem varijable Nz (broj zubaca). Na osnovi triju mjerenih obilježja iglica točno će biti svrstano 81 % iglica japanskoga crvenog bora.

3. U trećoj je analizi najbolje razlikovanje običnoga bora i japanskoga crvenog bora, a pouzdanost je klasifikacije za te dvije vrste 98 %. Njihovi F₁ hibridi su intermedijarni i nije ih moguće razlikovati od roditeljskih vrsta samo na osnovi triju mjerenih obilježja iglica.

4. Diskriminantna analiza omogućava da se od više obilježja izdvoje ona koja najviše pridonose razlikovanju poznatih grupa. Na osnovi triju obilježja iglica moguće je djelomično razlikovanje nekih od analiziranih grupa. Točnost identifikacije pojedinih grupa nije zadovoljavajuća, a da bi se izdvojila ona obilježja po kojima je razlikovanje najbolje, u analizu treba uključiti što veći broj različitih obilježja, što bi bio zadatak budućih istraživanja.

USPIJEVANJE HIBRIDA BOROVA NA POKUSNIM PLOHAMA U HRVATSKOJ – GROWING OF PINE HYBRIDS ON PLOTS IN CROATIA

Između različitih kombinacija križanja dvoigličavih borova postoje velike razlike u preživljavanju, oštećenosti od borova savijača i rastu.

1. PREŽIVLJAVANJE

Na svim je plohama najslabije preživljavanje crnog bora (ni x ni i ni x nep.). Najbolje preživljavanje (90 – 100 % preživjelih biljaka) imaju povratni križanci trispesies hibrida (sydeni x sy i sydeni x ni), obični bor (sy x sy i sy x nep.), povratni križanci F₁ hibrida (nisy x sy i nisy x ni) i biljke nastale slobodnim oprašivanjem F₁ i trispesies hibrida (nisy x nep. i sydeni x nep.).

2. OŠTEĆENJA HABITUSA UZROKOVANA BOROVI M SAVIJAČEM (*Evetria buoliana* Sciff.)

Najmanje je oštećen crni bor (ispod 10 %).

Najveća su oštećenja kod kombinacija križanja s običnim borom (više od 50 %) i s japanskim crvenim borom (do 70 % oštećenih stabala).

3. RAST BILJAKA

Najmanje prosječne promjere ima crni bor i kombinacije križanja s japanskim crvenim borom.

Najveće prosječne promjere ima obični bor (sy x sy i sy x nep.), biljke kojima je jedan od roditelja F₁ hibrid nisy (nisy x sy, sy x nisy i nisy x nep.) i biljke nastale povratnim križanjem i slobodnim oprašivanjem trispecies hibrida (sydeni x sy i sydeni x nep.).

F₁ hibridi ni x sy po preživljavanju i rastu, u dobi od 14 godina, intermedijarni su u odnosu na roditeljske vrste, ali bliži boljem roditelju, običnom boru i značajno bolji od crnog bora.

F₁ hibridi ni x de, u dobi od 21 godinu, i po preživljavanju i po rastu bolji su od obje roditeljske vrste, ali slabiji od običnog bora.

Po preživljavanju F₂ hibridi nisy x nisy, u dobi od 10 godina, ne zaostaju za običnim borom, a mnogo su bolji od crnog bora. Po prosječnim visinama i promjerima F₂ hibridi su intermedijarni u odnosu na roditeljske vrste.

Posebnu važnost imaju pojedinačne hibridne biljke na plohama koje se izdvajaju svojim rastom od ostalih jednako starih biljaka, te je moguća selekcija tih stabala i njihovo vegetativno razmnožavanje ili podizanje ploha s roditeljskim parovima od kojih su nastale te biljke i proizvodnja genetski poboljšanog sjemena radi podizanja borovih kultura.

Najbolje su ove hibridne kombinacije:

nisy x sy, nisy x nep.

sydeni x sy, sydeni x nep.

LITERATURA – REFERENCES

- B o r z a n, Ž., 1977a: Contribution to the karyotype analysis of the European black pine (*Pinus nigra* Arn.). Ann. Forest., VIII(3): 29 – 50.
- B o r z a n, Ž., 1977b: Sticky chromosomes in the endosperm of European black pine and Scots pine. Genetika, vol. 9 (2): 139 – 147.
- B o r z a n, Ž., & D. P a p e š, 1978: Karyotype analysis in *Pinus*: a contribution on the standardization of the karyotype analysis and review of some applied techniques. Silvae Genet., vol. 27 (3 – 4): 144 – 150.
- B o r z a n, Ž., 1984: Hybridization between *Pinus nigra* and *Pinus sylvestris* and morphology of chromosomes. Proc. of the 8th international symposium on sexual reproduction in seed plants, ferns and mosses, Wageningen, 181 pp.
- B o r z a n, Ž., 1987: Oplemenjivanje četinjača. Glas. šum. pokuse, posebno izd., 3: 243 – 253.

- Borzan, Ž., 1988: Kariotipovi nekih borova podsekcije *Sylvestres*. Glas. šum. pokuse, vol: 24: 1 – 100.
- Borzan, Ž., M. Idžojić & M. Vidaković, 1995: Experimental plots of some hard pine hybrid families in Croatia. Ann. Forest., XX(1): 1 – 36.
- Calmasi, R., S. R. Puglisi & G. G. Vendramin, 1988: Genetic variation in morphological and anatomical needle characteristics in *Pinus brutia* Ten. Silvae Genet., 37(5 – 6): 199 – 206.
- Clifford, H. T., & F. E. Binet, 1954: A quantitative study of a presumed hybrid swam between *Eucalyptus elaeophora* and *E. goniocalyx*. Aust. Jour. Bot., 2: 325 – 336.
- Duffield, J. W., 1952: Relationships and species hybridization in the genus *Pinus*. Z. Forstgenetik, 1: 93 – 97.
- Đurbabić, B., M. Vidaković, D. Kolbah & Ž. Borzan, 1977: Quantitative analysis of soluble proteins extracted from pollen of some incompatible pine species. Genetika, vol. 9 (2): 149 – 157.
- Falkenhagen, E. R., & St. W. Nash, 1978: Multivariate classification in provenance research. Silvae Genet., 27(1): 14 – 23.
- Hemburger, C. C., & E. J. Fowler, 1969: Precocious flowering in some pines of the Laricoides group. Silvae Genet., 18(5 – 6): 146 – 150.
- Hopp, H., 1941: Methods of distinguishing between the shipmast and common forms of black locust on long Island. N. Y. USDA Tech. Bull. 742, 24 pp.
- Johnson, L. P. V., & C. Hemburger, 1946: Preliminary report on interspecific hybridization in forest trees. Canad. Jour. Res., 24: 308 – 312.
- Mardia, K. V., J. T. Kent & J. M. Bibby, 1982: Multivariate analysis. Academic Press, Inc., London, 551 pp.
- Mergen, F., & G. M. Furnival, 1960: Discriminant analysis of *Pinus thunbergii* x *P. densiflora* hybrids. Soc. Amer. Foresters, Proc.: 36 – 40.
- Mergen, F., D. T. Lester, G. M. Furnival & J. Burley, 1966: Discriminant analysis of *Eucalyptus cinerea* x *Eucalyptus maculosa* hybrids. Silvae Genet., 15(5 – 6): 148 – 154.
- Petričević, S., M. Vidaković, I. Bilić & Ž. Borzan, 1977: Immunological identity of pollen-wall proteins in some incompatible Pine species. Genetika, vol. 9 (3): 271 – 280.
- Rao, C. R., 1952: Advanced statistical methods in biometric research. John Wiley & Sons, Inc., New York, 390 pp.
- Schüt, P., & H. H. Hattmer, 1959: Die Eignung von Merkmalen des Nadelquerschnittes für die Kiefern – Bastarddiagnose. Silvae Genet., 8(3): 93 – 99.
- Snedecor, G. W., & W. G. Cochran, 1971: Statistical methods. The Iowa State University Press., 593 pp.
- Snyder, E. B., & J. M. Hamaker, 1978: Needle characteristics of hybrids of some species of southern pine. Silvae Genet., 27(5): 184 – 188.
- Solomon, D. S., & K. W. Kenlan, 1982: Discriminant analysis of interspecific hybridization in *Betula*. Silvae Genet., 31(4): 136 – 145.
- Tomassone, R., 1963: The application of discriminant functions to biometric problems. Ann. Ec. Eaux For., Nancy, 20: 585 – 617.
- Vidaković, M., 1963: Interspecific hybridization of several pine species from the Sub – Genus *Diplpxylon* Koehne. FAO/FORGEN 63 – 2b/5, 5 p.
- Vidaković, M., 1966a: Some characteristics of the needle structure and growth in hybrids between Austrian pine and Japanese red pine. Silvae Genet., 15(5-6): 155 – 160.
- Vidaković, M., & B. Jurković-Bevilaqua, 1970: Observations on the ovule development following cross pollination between Austrian and Scots pines using irradi-

- ated and nonirradiated pollen. IUFRO Sec. 22, Meeting of the working group in reproduction of forest trees, Verparanta, Finland, 8 p.
- Vidaković, M., 1971: Proizvodnja i rast međuvrskih hibrida između crnog bora (*Pinus nigra*) i japanskog crvenog bora (*Pinus densiflora*). Ljetopis JAZU, knjiga 75: 441 – 443.
- Vidaković, M., & Ž. Borzan, 1973: Contribution to the investigations of incompatibility by crossing Scots and European black pine. Internat. Symp. on Genet. of Scots Pine, Warszawa – Kornik, pp. 1 – 19.
- Vidaković, M., A. Krstinić & M. Harapin, 1973: Neka svojstva hibrida između *Pinus nigra* i *Pinus densiflora*. Šumarski list, 3 – 4: 112 – 131.
- Vidaković, M., 1974: Genetics of European black pine (*Pinus nigra* Arn.). Ann. Forest., VI(3): 57 – 86.
- Vidaković, M., Ž. Borzan & B. Jurković-Bevilacqua, 1975: Oplemenjivanje crnog i običnog bora primjenom zračenog polena. Acta Biologica, vol. VII (3 – 8): 309 – 317.
- Vidaković, M., 1977a: Some morphological characteristics of *Pinus x nigrosylvis* (*P. nigra* x *P. sylvestris*), Ann. Forest., VIII(2): 15 – 27.
- Vidaković, M., 1977b: Savlađivanje inkompatibilnosti pri križanju nekih borova. Genetika, vol. 9: 51 – 63.
- Vidaković, M., 1977c: The Effect of Genotype of the Incompatibility Barrier in crossing *Pinus nigra* with *Pinus sylvestris*. Proc. of the 8th Congress of EUCARPIA, Madrid, pp. 369 – 375.
- Vidaković, M., A. Krstinić, Ž. Borzan & B. Jurković-Bevilacqua, 1978: Neke morfološke karakteristike hibrida japanskog crvenog bora (*Pinus densiflora* Sieb. et Zucc.) i običnog bora (*Pinus sylvestris* L.). Šumarski list, 1 – 3: 19 – 24.
- Vidaković, M., 1983: Viability of seeds, obtained from back cross, as an indicator of the degree of incompatibility between *Pinus nigra* and *P. sylvestris*. Ann. Forest., X(4): 81 – 87.
- Vidaković, M., 1986: Relation of Self – Fertilization and Interspecific Incompatibility by Crossing *Pinus nigra* x *P. sylvestris*. Ann. Forest., XII(1): 1 – 14.
- Vidaković, M., Ž. Borzan, N. Komlenović & A. Krstinić, 1986a: Testiranje nekih familija čistih vrsta i povratnih križanaca dvoigličavih borova na kršu. Ann. Forest., XII(3): 57 – 69.
- Vidaković, M., A. Krstinić, M. Halambek & Ž. Borzan, 1986b: Uspijevanje nekih vrsta i hibrida dvoigličavih borova na Đurđevačkim pijescima. Ann. Forest., XII(4): 71 – 87.
- Vidaković, M., & Ž. Borzan, 1991: The growth of some interspecific hybrid pine seedlings and their cuttings. Ann. Forest., XVII(1): 1 – 21.
- Vidaković, M., 1993: Četinjače – morfologija i varijabilnost. Grafički zavod Hrvatske, Zagreb, 741 pp.
- Wells, O. O., W. I. Nance & B. A. Thielges, 1977: Variation in needle traits in provenance tests of *Pinus taeda* and *P. echinata*. Silvae Genet., 26(4): 125 – 130.
- Wettstein, W. von, 1951: Über Bastarde *Pinus nigra* var. *austriaca* x *sylvestris*. Z. Pflanzenzüchtung, 30: 473 – 477.
- Wright, J. W., & W. J. Gabriel, 1958: Species hybridization in the hard pines, series *Sylvestres*. Silvae Genet., 7(4): 109 – 115.
- Wright, J. W., 1962: Genetics of forest tree improvement. FAO Rome, 399 pp.
- Wright, J. W., W. A. Lemmien & D. S. Canovera, 1970: Abundant natural hybridization between Austrian and Japanese Red pines in southern Michigan. For. Sci., 15: 269 – 274.

MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS AND GROWING OF
SOME TWO – NEEDLE INTERSPECIFIC PINE HYBRIDS ON PLOTS
OF ĐURĐEVAČKI PESKI AND IN THE ARBORETUM LISIČINE

Summary

Three morphological characteristics of needles of *P. nigra* Arn. (ni), *P. sylvestris* L. (sy), *P. densiflora* Sieb. et Zucc. (de) and their F₁ hybrids (nisy, nide, deni and desy) and F₂ hybrids (F₂ nisy) were analysed: 1. needle length (L), 2. number of serrations on needle margin (Nz) and 3. number of stomatal rows on the above side of the needle (Np). Discriminant analysis pointed to the possibility of discriminating between the species and their hybrids, as well as subsequent classification of new cases, on the basis of the three needle characteristics studied. Three separate analyses were created: 1. ni, sy, nisy and F₂ nisy; 2. ni, de, nide and deni; 3. de, sy and desy.

The first analysis showed that the best possible discrimination was that between European black pine and F₂ hybrids nisy, with the strongest influence of variable L (needle length). The possibility of mistaking European black pine needles for F₂ hybrid needles is 4%, while there is practically no wrong classification of F₂ hybrid needles as European black pine needles. The most reliable classification is that of F₂ hybrids (88%).

In the second analysis, the best possible discrimination was that of Japanese red pine and the other groups taken together, with the strongest influence of variable Nz (number of serrations). Based on the three characteristics studied, 81% of Japanese red pine needles can be correctly classified.

In the third analysis, the best discrimination was that between Scots pine and Japanese red pine, the reliability for these two species amounting to 98%. Their F₁ hybrids are intermediary and cannot be discriminated from the parent species only on the basis of the three needle characteristics studied.

Accuracy in identification of individual groups is not satisfactory, so in order to separate the characteristics which enable the best distinction, the analysis has to include as many different characteristics as possible, that would be the task of future researches.

On three plots in Croatia, the analysis of survival, damage made by pine bud borer (*Evetria buoliana* Schiff.) and growth of various hybrid combinations of four pine species: *P. nigra* Arn. (ni), *P. sylvestris* L. (sy), *P. densiflora* Sieb. et Zucc. (de) and *P. thunbergiana* Franco (th) as well as of control plants was made.

1. Survival:

On all plots the poorest survival rate is that of the black pine (ni x ni and ni x unkn.). The best survival (90 – 100 %) is noted for back crosses of trispecies hy-

brids (sydeni x sy and sydeni x ni), Scots pine (sy x sy and sy x unkn.), back crosses of F₁ hybrids (nisy x sy and nisy x ni) and plants occurred by open pollination of F₁ and trispecies hybrids (nisy x unkn. and sydeni x unkn.).

2. Damage of habit caused by pine bud borer (*Evetria buoliana* Sciff.):

The black pine is least damaged (less than 10 %).

The heaviest damages are in combinations of hybridization with the Scots pine (more than 50 %) and the Japanese red pine (up to 70 % of trees damaged).

3. Plant growth:

The smallest average diameters are registered for the black pine and for combinations of hybridization with the Japanese red pine.

The largest average diameters are registered for the Scots pine (sy x sy and sy x unkn.), plants with the F₁ hybrid nisy as one of parents (nisy x sy, sy x nisy and nisy x unkn.) as well as plants produced by back hybridization and open pollination of trispecies hybrids (sydeni x sy and sydeni x unkn.).

By their survival and growth, the F₁ hybrids ni x sy, at the age of 14, are intermediary in relation to their parental species, but closer to the better parent, Scots pine, and considerably better than the black pine.

The F₁ hybrids ni x de, at the age of 21, by their survival and growth are better than both parental species, but less good than the Scots pine.

By their survival, the F₂ hybrids nisy x nisy, at the age of 10, are equal to the Scots pine, and much better than the black pine. By their average heights and diameters, the F₂ hybrids are intermediary in relation to their parental species.

Of special importance on the plots are individual hybrid plants which are distinguished from other plants of the same age by their growth, so it is possible to make selection of these trees and their vegetative propagation or raising plots with parent pairs from which such plants originate and the production of genetically improved seed for the purpose of raising pine plantations.

The best hybrid combinations are:

nisy x sy, nisy x unkn.

sydeni x sy, sydeni x unkn.

Author's address:
Marilena Idžojtić
Faculty of Forestry
HR - 10 000 Zagreb
P. O. Box 178